T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

TERS YÜZ SINIF MODELİ ÇERÇEVESİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN 3D MODELLEMENİN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ UZAMSAL YETENEKLERİ VE AKADEMİK BAŞARILARI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Fatma KARAİSMAİLOĞLU

(Yüksek Lisans Tezi)

İstanbul, 2022

T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

TERS YÜZ SINIF MODELİ ÇERÇEVESİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN 3D MODELLEMENİN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ UZAMSAL YETENEKLERİ VE AKADEMİK BAŞARILARI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF 3D MODELING PERFORMED IN THE CONTEXT OF THE FLIPPED CLASSROOM ON PRESERVICE SCIENCE TEACHERS' SPATIAL ABILITIES AND ACADEMIC ACHIEVEMENTS

Fatma KARAİSMAİLOĞLU

(Yüksek Lisans Tezi)

DANIŞMAN

Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM

İstanbul, 2022

Tüm kullanım hakları

M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.

© 2022

ETİK BEYANI

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırladığım çalışmamda;

- Sunduğum bilgileri, dokümanları ve verileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmamda yararlandığım eserlerin tamamına atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Elde ettiğim verilerde ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı bildirir, aksi bir durumda aleyhimde doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

06/05/2022
Fatma KARAİSMAİLOĞLU

ÖZGEÇMİŞ

2019 Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalından mezun olma

2019 Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programına giriş

2021 Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında Araştırma Görevliliğine başlama

ÖNSÖZ

Akademik hayatta başarılı olmak, o yolda yürüyebilmek için motivasyon önemlidir. Her ne kadar bu bölümde olmamın başlıca amacı akademik kariyer planları olsa da bana verdiği sevgi ile motivasyonumu artıran ve akademik kariyer yapma inancımı tırmandıran sevgili danışman hocam Prof. Dr. Mehtap Yıldırım, beni araştırmaya ve kendi yolumda kendi seçimlerimle ilerlememe teşvik ettiğiniz için çok teşekkürler. Akademik katkının yanı sıra hayatta da gece gündüz demeden benimle ilgilendiniz; yeri geldi akıl hocam, yeri geldi adeta dert ortağım, arkadaşım oldunuz… Her zaman yanımda olduğunuz ve verdiğiniz tüm emekler için kalpten teşekkür ederim.

Bana akademik kariyer yolumda inanarak beni her daim destekleyen, benim şuanda bulunduğum yerde olmamda emeği geçen Marmara Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'ndaki tüm değerli hocalarıma sonsuz teşekkür ederim. Duruşuyla ve başarısıyla kendime rol model aldığım, akademik hayatta bana oldukça inanan ve destekleyen, sözlerine çok değer verdiğim Prof. Dr. Serhat İrez'e teşekkür ederim. Bana her daim ve her konuda tavsiyelerde bulunan, deneyimlerini benimle paylaşarak kişisel ve mesleki gelişimime katkıda bulunan, dinlemekten büyük zevk aldığım Doç. Dr. Ali Özdemir'e teşekkür ederim.

Arkadaş olmak sorumluluk gerektirir. Yalnızca mutluluk değil; sıkıntı, umutsuzluğun da yer aldığı bu süreçte yanımda olan arkadaşlarıma kalpten teşekkür ederim. Güveniniz, samimiyetiniz ve desteğiniz için sonsuz teşekkürler.

Son olarak bana inanıp sonuna kadar eşsiz desteğini sunan, benden hiçbir şeyini esirgemeyen canım Aileme teşekkür ederim. İyi ki varsınız!

Fatma Karaismailoğlu

ÖZET

COVID-19 pandemisinin etkisiyle dünya genelinde yüz yüze eğitime ara verilerek eğitimde teknoloji kullanımına ani bir geçiş yapılmıştır. Literatürde uzaktan eğitim üzerine çalışmalar yer alsa da sayıca az olmaları, bu konuda yeterli bilgi ve deneyime sahip olunamamasına ve dolayısıyla eğitimde aksaklıkların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu durumda yeni öğrenme modellerinin denendiği ve hangisinin ne yönüyle iyi olduğunun araştırıldığı çalışmalar önem kazanmıştır. Böylece en uygun bulunan öğrenme modelinin uygulaması yaygınlaştırılabilir ve eğitimden maksimum verim alınabilir. Bu noktada bu çalışmanın uygulama süreci teknolojinin öğrenme sürecine entegre edildiği ters yüz sınıf (TYS) öğrenme modeline uygun olarak tasarlanmıştır. Çalışmanın TYS sınıf-içi öğrenme süreci kapsamında aktif öğrenme etkinliği olarak somut materyal ve Tinkercad 3D modelleme programı kullanarak gerçekleştirilen 3D modelleme etkinliklerine yer verilmiştir. Modelleme etkinliklerine yer vermekteki amaç öğretmen adaylarının konuyu somutlaştırıp kalıcı öğrenmelerinin gerçekleştirilmesinin yanı sıra uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesidir. Dolayısıyla bu çalışma TYS modeli çerçevesinde gerçekleştirilen Biyoloji 3 dersinde, somut materyaller ve Tinkercad 3D modelleme programı kullanılarak gerçekleştirilen 3D modellemenin, öğretmen adaylarının akademik başarıları, uzamsal yetenekleri ve modelleme ile ilgili görüşleri üzerine etkisini incelemektedir.

Çalışmada karma yöntem çeşitlerinden iki etkileşimli aşamadan oluşan ve nitel yöntemin nicel yöntemi destekleyici rolde olduğu açıklayıcı sıralı desen kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcılarını İstanbul'daki bir devlet üniversitesinde okuyan 57 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcılar gerçek deneysel desene uygun olarak grupların yalnızca yapılan modelleme çeşidi ile birbirinden ayrıldığı iki deney grubuna (Tinkercad grubu ve Somut Model grubu) seçkisiz şekilde atanmıştır. Uygulama sekiz hafta süresince gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın katılımcıların uzamsal yetenekleri ve akademik başarıları üzerine etkisini belirlemek amacıyla sırasıyla "Purdue Uzamsal Görselleme Testi" ve araştırmacı tarafından geliştirilen "Genetik Başarı Testi" uygulanmıştır. Ayrıca katılımcıların uygulama sürecine dair deneyimlerini analiz etmek amacıyla 24 katılımcı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın sonuçları TYS modeli çerçevesinde Tinkercad veya somut materyal kullanımı fark etmeksizin gerçekleştirilen 3D modellemenin, öğretmen adaylarının akademik başarıları ve uzamsal yeteneklerini artırmasının yanı sıra Tinkercad ile 3D modellemenin

uzamsal yeteneği geliştirme adına daha etkili bir uygulama olduğunu göstermektedir. Katılımcıların ifadeleri nicel sonuçları desteklemekle birlikte TYS modelinin sınıf-içi süreciyle pandemi sürecinde özledikleri sınıf atmosferinin yakalandığı ve iletişimlerinde bir hayli artış yaşandığı yönünde olmuştur. Çalışmada TYS öğrenme modeline biyoloji alanında bir örnek sunulurken yapılan uygulama ile biyoloji konularında uzamsal yeteneğin nasıl geliştirilebileceği gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ters yüz sınıf modeli, 3D modelleme, uzamsal yetenek, akademik (biyoloji) başarı, fen eğitimi, fen bilgisi öğretmen adayları, açıklayıcı sıralı desen, tinkercad, somut model

ABSTRACT

Due to the impact of the COVID-19 pandemic, face-to-face education was suspended worldwide and a sudden transition was made to the use of technology in education. Although there are studies on distance education in the literature, the small number of them has led to a lack of sufficient knowledge and experience in this regard, and thus to the emergence of disruptions in education. In this case, studies in which new learning models are tried and investigated which one is good in what way have gained importance. Thus, the implementation which is thought of as the most suitable learning model can be expanded and maximum efficiency can be obtained from education. At this point, the implementation process of this study was designed in accordance with the flipped classroom (FC) learning model, in which technology is integrated into the learning process. Within the scope of the in-class learning process of the FC of the study, 3D modeling activities performed using concrete materials and Tinkercad 3D modeling program were included as active learning activities. The purpose of including modeling activities is to develop their spatial abilities as well as concretizing the subject and realize permanent learning of pre-service teachers. Therefore, this study examines the effects of 3D modeling performed using concrete materials or Tinkercad 3D modeling program in biology 3 course on the academic achievement, spatial abilities and opinions of pre-service teachers in the context of FC model.

In the study, an explanatory sequential design, which consists of two interactive stages of mixed-method types and in which the qualitative method in a supportive role on the quantitative method, was used. The participants of the study were fifty-seven pre-service science teachers studying at a state university in Istanbul. Participants were randomly assigned to two experimental groups (Tinkercad group and Concrete Model group), in which the groups were separated from the other only by the type of modeling, in accordance with the true experimental design. The implementation was carried out for eight weeks. The Genetic Achievement Test developed by the researcher and the Purdue Spatial Visualization Test were applied respectively to investigate the effect of the implementation on the academic achievement and spatial abilities of the participants. In addition, semi-structured interviews were held with twenty-four participants in order to analyze the experiences of the participants regarding the implementation process.

The results of the study show that 3D modeling performed in the context of the FC model, regardless of using Tinkercad or concrete materials, increases the academic achievements and spatial abilities of pre-service teachers. It also shows that 3D modeling with the Tinkercad program is a more effective implementation for the development of spatial ability. While the expressions of the pre-service teachers supported the quantitative results, they were toward that the class atmosphere they yearned for during the COVID-19 pandemic was created by the in-class process of the FC model and there is a significant improvement in their communication skills. In the study, the FC model's an example in the biology field is presented, while it is shown a sample of how spatial ability can be improved in biology subjects by practice.

Keywords: Flipped classroom model, 3D modeling, spatial ability, academic (biology) achievement, science education, pre-service science teachers, explanatory sequential design, tinkercad, concrete material

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYANI I
ÖZGEÇMİŞ II
İLETİŞİM BİLGİLERİ ..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
ÖNSÖZ III
ÖZET IV
ABSTRACT VI
İÇİNDEKİLER VIII
TABLOLAR LİSTESİ XIV
ŞEKİLLER LİSTESİ XVII
KISALTMALAR LİSTESİ XIX
BÖLÜM I: GİRİŞ 1
2.2. Problem Durumu 5
1.2. Amaç 8
1.3. Önem 8
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları 8
1.5. Araştırmanın Varsayımları 10
1.6. Araştırmanın Tanımları ve Kısaltmalar 10
BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 12
2.1. Eğitimde Dijitalleşme 13
2.1.1. Harmanlanmış öğrenme 14
2.1.2. TYS modelinin tanımı 15
2.1.2.1. TYS modeli öğrenme süreci 16
2.1.2.1.1. Sınıf-dışı süreç 18
2.1.2.1.2. Sınıf-içi süreç 18
2.1.2.2. TYS'de öğretmenin rolü 20

2.1.2.4. TYS modelinin sınırlılıkları ve geliştirilen öneriler 22
2.2. Modelleme 27
2.3. Uzamsal Yetenek 35
2.3.1. Uzamsal yetenek nedir? 36
2.3.2. Uzamsal yeteneğin kapsamı, meslek hayatındaki yeri ve önemi 38
2.3.3. Uzamsal yeteneğin fen eğitimindeki yeri, önemi ve geliştirilmesi 40
2.4. İlgili Çalışmalar 43
2.4.1. Ters yüz sınıf modeli üzerine yapılan çalışmalar 43
2.4.2. Modelleme üzerine yapılan çalışmalar 43
2.4.3. Uzamsal yetenek üzerine yapılan çalışmalar 47
2.4.3.1. Farklı meslek alanlarında uzamsal yeteneğin yeri, önemi ve geliştirilmesi üzerine çalışmalar 49
2.4.3.2. Uzamsal yetenek üzerine eğitim alanında yapılan çalışmalar 54
2.4.3.2.1. Uzamsal yetenek üzerine ilkokul-ortaokul-lise seviyesinde yapılan çalışmalar 54
2.4.3.2.2. Uzamsal yetenek üzerine öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalar 54
BÖLÜM III: YÖNTEM 61
3.1. Araştırma Deseni 61
3.2. Çalışma Grubu 63
3.3. Uygulama Süreci 64
3.4. Veri Toplama Araçları 87
3.4.1. Nicel veri toplama araçları 87
3.4.1.1. Purdue uzamsal görselleme testi 87
3.4.1.2. Genetik başarı testi 90
3.4.1.2.1. Genetik başarı testinin geliştirilmesi 91
3.4.2. Nitel veri toplama araçları 97
3.4.2.1. Görüşme formu 97
3.5. Verilerin Analizi 98

3.5.1. Nicel verilerin analizi 98
3.5.1.1. Genetik başarı testinin analizi 99
3.5.1.2. Purdue uzamsal görselleme testi analizi 100
3.5.2. Nitel verilerin analizi 100
3.5.2.1. Görüşmelerden elde edilen verilerin analizi 100
3.6. Geçerlik ve Güvenirlik 101
3.7. Araştırmacının Rolü 103
BÖLÜM IV: BULGULAR VE YORUMLAR 104
4.1. Nicel Verilere İlişkin Bulgular 104
4.1.1. TYS modeli çerçevesinde tinkercad ve somut materyal kullanarak gerçekleştirilen 3D modellemenin akademik başarıya etkisine ilişkin bulgular 104
4.1.1.1. Grupların genetik başarı testi ön test ortalamalarının karşılaştırılması 104
4.1.1.2. Tinkercad grubunun genetik başarı testi ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması 105
4.1.1.3. Somut Model grubunun genetik başarı testi ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması 105
4.1.1.4. Grupların genetik başarı testi son test ortalamalarının karşılaştırılması 106
4.1.2. TYS modeli çerçevesinde tinkercad ve somut materyal kullanarak gerçekleştirilen 3D modellemenin uzamsal yeteneğe etkisine ilişkin bulgular 106
4.1.2.1. Grupların purdue uzamsal görselleme testi ön test ortalamalarının karşılaştırılması 107
4.1.2.2. Tinkercad grubunun purdue uzamsal görselleme testi ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması 107
4.1.2.3. Somut model grubunun purdue uzamsal görselleme testi ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması 108
4.1.2.4. Grupların purdue uzamsal görselleme testi son test ortalamalarının karşılaştırılması 108
4.1.2.5. Grupların Uzamsal Görselleme Testi Açılımlar Alt Boyutu Ön Test Ortalamalarının Karşılaştırılması 110

4.1.2.6. Tinkercad grubunun purdue uzamsal görselleme testi açılımlar alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması 110

4.1.2.7. Somut Model grubunun purdue uzamsal görselleme testi açılımlar alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması 111

4.1.2.8. Grupların purdue uzamsal görselleme testi açılımlar alt boyutu son test ortalamalarının karşılaştırılması 111

4.1.2.9. Grupların purdue uzamsal görselleme testi döndürme alt boyutu ön test ortalamalarının karşılaştırılması 112

4.1.2.10. Tinkercad grubunun purdue uzamsal görselleme testi döndürme alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması 112

4.1.2.11. Somut Model grubunun purdue uzamsal görselleme testi döndürme alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması 113

4.1.2.12. Grupların purdue uzamsal görselleme testi döndürme alt boyutu son test ortalamalarının karşılaştırılması 113

4.1.2.13. Grupların purdue uzamsal görselleme testi görünümler alt boyutu ön test ortalamalarının karşılaştırılması 115

4.1.2.14. Tinkercad grubunun purdue uzamsal görselleme testi görünümler alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması 115

4.1.2.15. Somut Model grubunun purdue uzamsal görselleme testi görünümler alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması 116

4.1.2.16. Grupların purdue uzamsal görselleme testi döndürme alt boyutu son test ortalamalarının karşılaştırılması 116

4.2. Nitel Verilere İlişkin Bulgular 118

4.2.1. Sınıf-dışı süreç ve etkinliklerin öğrenme üzerine katkısı 118

4.2.2. Sınıf-içi süreç, tinkercad ve somut materyal kullanarak 3D modellemenin avantajları 121

4.2.3. Sınıf-içi süreç, tinkercad ve somut materyal kullanarak 3D modellemenin dezavantajları 128

4.2.4. Ters yüz sınıf modelinin sevilen yanları 130

4.2.5. Ters yüz sınıf modelinin sevilmeyen yanları 133

4.2.6. Ters yüz sınıf modelinin iletişime olan etkisi 134
4.2.7. Tinkercad ve somut materyal kullanarak 3D modellemenin uzamsal yeteneğe katkısı 136
BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER 139
5.1. Sonuç ve Tartışma 139
5.1.1. TYS modeli çerçevesinde tinkercad ve somut materyal kullanarak gerçekleştirilen 3D modellemenin akademik başarıya etkisine ilişkin sonuç ve tartışma 139
5.1.2. TYS modeli çerçevesinde tinkercad ve somut materyal kullanarak gerçekleştirilen 3D modellemenin uzamsal yeteneğe etkisine ilişkin sonuç ve tartışma 141
5.1.3. Katılımcıların uygulama sürecine yönelik görüşlerine ilişkin sonuç ve tartışma 145
5.2. Öneriler 150
Kaynakça 153
EKLER 170
EK 1. Purdue Uzamsal Görselleme Testi Kullanım İzni 172
EK 2. Purdue Uzamsal Görselleme Testi 173
EK 3. Belirtke Tablosu: Moleküler Genetik Konularına İlişkin Deneme Testinde Bulunan Madde Sayısını Gösteren Belirtke Tablosu 196
EK 4. Genetik Başarı Testi 198
EK 5. Görüşme Formu 216
EK 5.1. Ters Yüz Sınıf Modeli Çerçevesinde Tinkercad Kullanılarak Gerçekleştirilen Biyoloji 3 Dersine İlişkin Görüşme Protokolü 216
EK 5.2. Ters Yüz Sınıf Modeli Çerçevesinde Somut Materyal Kullanılarak Gerçekleştirilen Biyoloji 3 Dersine İlişkin Görüşme Protokolü 219
EK 6. Tinkercad ile 3D modelleme Kitapçığı 222
EK 7. Quizler 265
EK 7.1. Mayoz Bölünme ve Eşeyli Yaşam Döngüleri İzleme Testi 265
EK 7.2. Kalıtımın Kromozomal Esası İzleme Testi 269
EK 7.3. Protein Sentezi İzleme Testi 273

EK 7.4. DNA Rekombinasyonu ve Mutasyon 277
EK 7.5. Virüs ve Bakteri Genetiği İzleme Testi 281
EK 7.6. Biyoteknoloji İzleme Testi 284
EK 8. Rapor Örnekleri 286
EK 8.1. Tinkercad Grubu Rapor Örneği-1 286
EK 8.2. Tinkercad Grubu Rapor Örneği-2 296
EK 8.3. Somut Model Grubu Rapor Örneği-1 305
EK 8.4. Somut Model Grubu Rapor Örneği-2 310

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Geleneksel Sınıf Modeline Karşı Ters Yüz Sınıf Modeli Sınıf İçi Yapılan Etkinlik ve Süreleri (Bergman ve Sams, 2012) ……..20
Tablo 2.2. Ters Yüz Sınıf Modelinin Sınırlılıklarına İlişkin Geliştirilen Çözüm Önerileri .26
Tablo 3.1. Çalışmanın Nicel Boyutuna Ait Katılımcıların Demografik Özellikleri …..…..63
Tablo 3.2. Çalışmanın Nitel Boyutuna Ait Katılımcıların Demografik Özellikleri …….64
Tablo 3.3. Ters Yüz Sınıf Modeli Bileşenlerine Karşılık Araştırma Uygulama Süreci ……65
Tablo 3.4. Uygulama Süreci ……68
Tablo 3.5. Çalışma Süresince Oluşturulan Modellerin Konu ve Zamana Göre Dağılımları .73
Tablo 3.6. Görüşleri Alınan Uzmanların Demografik Özellikleri ……94
Tablo 3.7. Başarı Testi %27'lik Üst ve Alt Gruplar Arası Madde Analizi ve T-testi Sonuçları……...95
Tablo 4.1. Grupların Genetik Başarı Testi Ön Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Analizi ……104
Tablo 4.2. Tinkercad Grubunun Genetik Başarı Testi Ön Test-Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Analizi ……105
Tablo 4.3. Somut Materyal grubunun Genetik Başarı Testi Ön Test-Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Analizi ……105
Tablo 4.4. Grupların Genetik Başarı Testi Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Analizi 106
Tablo 4.5. Grupların Purdue Uzamsal Görselleme Testi(PUGT) Ön Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları ……..…….107
Tablo 4.6. Tinkercad Grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları …….. 107
Tablo 4.7. Somut Materyal grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları …….. 108
Tablo 4.8. Grupların Purdue Uzamsal Görselleme Ön ve Son Testine Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları ……..109
Tablo 4.9. Grupların Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarına İlişkin ANCOVA Test Sonuçları ……. 109
Tablo 4.10. Grupların PUGT Açılımlar Alt Boyutu Ön Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları …….. 110

Tablo 4.11. Tinkercad Grubunun PUGT Açılımlar Alt Boyutu Ön Test-Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları ……. 110
Tablo 4.12. Somut Materyal grubunun PUGT Açılımlar Alt Boyutu Ön Test-Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları …….. 111
Tablo 4.13. Grupların PUGT Açılımlar Alt Boyutu Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları ……... 112
Tablo 4.14. Grupların PUGT Döndürme Bölümü Ön Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları ……... 112
Tablo 4.15. Tinkercad Grubunun PUGT Döndürme Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları …….. 113
Tablo 4.16. Somut Materyal grubunun PUGT Döndürme Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları ……. 114
Tablo 4.17. Grupların PUGT Döndürme Alt Boyutu Ön ve Son Testine Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları …….. 114
Tablo 4.18. Grupların Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarına İlişkin ANCOVA Test Sonuçları ……. 115
Tablo 4.19. Grupların PUGT Görünümler Alt Boyutu Ön Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları ……... 115
Tablo 4.20. Tinkercad Grubunun PUGT Görünümler Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları …….. 116
Tablo 4.21. Somut Materyal grubunun PUGT Görünümler Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Sonuçları …….. 117
Tablo 4.22. Grupların PUGT Görünümler Bölümü Ön ve Son Testine Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları ……. 118
Tablo 4.23. Grupların Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarına İlişkin ANCOVA Test Sonuçları ……. 118
Tablo 4.24. Sınıf-dışı Süreç ve Etkinliklerin Öğrenme Üzerine Katkısı …… 120
Tablo 4.25. Sınıf-içi Süreç, Tinkercad ve Somut Materyal Kullanarak 3D Modellemenin Avantajları ……... 122
Tablo 4.26. Uygulama Sonrası Grup Tercihi ……129
Tablo 4.27. Sınıf-içi Süreç, Tinkercad ve Somut Materyal Kullanarak 3D Modellemenin Dezavantajları ……... 130
Tablo 4.28. Ters Yüz Sınıf Modelinin Sevilen Yanları ……..... 132

Tablo 4.29. Ters Yüz Sınıf Modelinin Sevilmeyen Yanları ……. 135
Tablo 4.30. Ters Yüz Sınıf Modelinin İletişime Olan Etkisi …….. . 136
Tablo 4.31. Tinkercad ve Somut Materyal Kullanarak 3D Modellemenin Uzamsal Yeteneğe Katkısı ……... 138

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. T-şekilli Personeller: Üstün Problem Çözme ve İletişim Becerilerinin Birleşimine Sahip Bireyler (Donofrio ve arkadaşları, 2010) 2
Şekil 2. Harmanlanmış Öğrenme Türleri ... 15
Şekil 3. Ters Yüz Sınıf Modeli ve Geleneksel Öğrenme Yöntemi Bloom Taksonomisine Göre Gösterimi (Kara, 2015) 17
Şekil 4. NTL, Bethel, Maine Tarafından Hazırlanan Öğrenme Piramidi 29
Şekil 5. Edgar Dale Tarafından Geliştirilen Yaşantı Konisi 30
Şekil 6. Hoban ve Zissman'ın Sınıflandırması (Hoban ve Zissman, 1937) 31
Şekil 7. Kraliyet Hemofilisine İlişkin Genogram (Johnson, 2011) 32
Şekil 8. Filogenetik Diyagram Örneği (Sandvik, 2008) 34
Şekil 9. Elektron Mikroskobisi ve X-Işını Kırınımı Birleştirilmiş Sonuçlarına Göre RNA Polimeraz II'nin Transkripsiyon Başlatma Kompleksi (Boeger ve arkadaşları, 2005)..... 35
Şekil 10. John Snow'un 1854 Kolera Salgını Haritası (Snow, 1855). ... 40
Şekil 11. James Watson ve Francis Crick Tarafından Oluşturulan Çift Sarmal Yapılı DNA Modeline Ait Çizim 42
Şekil 12. Rosalind Franklin Tarafından DNA'nın X Işını Kırınımı Sonucu Üretilen 2D Fotoğrafı 42
Şekil 13. Araştırmanın Modeline İlişkin Diyagram ... 62
Şekil 14. Tinkercad Eğitimi Süresince Yapılan Örnek Çalışma-1 70
Şekil 15. Tinkercad Eğitimi Süresince Yapılan Örnek Çalışma-2 70
Şekil 16. Tinkercad Eğitimi Süresince Yapılan Örnek Çalışma-3 71
Şekil 17. Tinkercad Eğitimi Süresince Yapılan Örnek Çalışma-4 71
Şekil 18. Tinkercad Eğitimi Süresince Yapılan Örnek Çalışma-5 72
Şekil 19. Somut Materyallerle 3D Modelleme Eğitimi Sırasında Yapılan Örnek Çalışma. 72
Şekil 20. Tinkercad ile Yapılan Mayoz Bölünme Modeli Örneği 74
Şekil 21. Somut Materyal ile Yapılan Mayoz Bölünme Modeli Örneği 74
Şekil 22. Tinkercad ile Yapılan DNA Replikasyonu Modeli Örneği-1 75
Şekil 23. Tinkercad ile Yapılan DNA Replikasyonu Modeli Örneği-2 75
Şekil 24. Tinkercad ile Yapılan DNA Replikasyonu Modeli Örneği-3 76
Şekil 25. Somut Materyal ile Yapılan DNA Replikasyonu Modeli Örneği 76
Şekil 26. Tinkercad ile Yapılan Protein Sentezi Modeli Örneği-1 77
Şekil 27. Tinkercad ile Yapılan Protein Sentezi Modeli Örneği-2 77

Şekil 28. Tinkercad ile Yapılan Protein Sentezi Modeli Örneği-3 ……..... 78
Şekil 29. Somut Materyal ile Yapılan Protein Sentezi Modeli Örneği …….. 78
Şekil 30. Tinkercad ile Yapılan DNA Rekombinasyonu Modeli Örneği ……..... 79
Şekil 31. Somut Materyal ile Yapılan DNA Rekombinasyonu Modeli Örneği ….. 79
Şekil 32. Tinkercad ile Yapılan Mutasyon Modeli Örneği ……. 80
Şekil 33. Tinkercad ile Yapılan Mustasyon Sonucu Oluşan Canlı Modeli Örneği 80
Şekil 34. Somut Materyal ile Yapılan Mutasyon Sonucu Oluşan Canlı Modeli Örneği 81
Şekil 35. Tinkercad ile Yapılan Fajların Üreme Döngüsü Modeli Örneği-1 …….. 81
Şekil 36. Tinkercad ile Yapılan Fajların Üreme Döngüsü Modeli Örneği-2 …….. 82
Şekil 37. Somut Materyaller ile Yapılan Fajların Üreme Döngüsü Modeli Örneği-1 82
Şekil 38. Somut Materyaller ile Yapılan Fajların Üreme Döngüsü Modeli Örneği-2 83
Şekil 39. Somut Materyal ile Yapılan Fajların Üreme Döngüsü Modeli Örneği-3 83
Şekil 40. Tinkercad ile Yapılan Konjugasyon Modeli Örneği ……..... 84
Şekil 41. Somut Materyal ile Yapılan Konjugasyon Modeli Örneği …….. 84
Şekil 42. Tinkercad ile Yapılan Virüs ve Bakteri Modeli Örneği …….. 85
Şekil 43. Somut Materyal ile Yapılan Bakteri Modelleri Örneği ……..... 85
Şekil 44. Tinkercad ile Yapılan Transgenik Organizma Oluşturma Modeli Örneği ……..... 86
Şekil 45. Somut Materyal ile Yapılan Transgenik Organizma Oluşturma Modeli Örneği .86
Şekil 46. PUGT'i Açılımlar Aşamasına Ait Örnek Bir Soru …… 88
Şekil 47. PUGT' i Döndürme Aşamasına Ait Örnek Bir Soru ……..... 89
Şekil 48. PUGT'i Görünümler Aşamasına Ait Örnek Bir Soru …… 90
Şekil 49. Başarı Testi Geliştirme Süreci Akış Şeması (Kan, 2011) …… 92

KISALTMALAR LİSTESİ

TYS: Ters Yüz Sınıf Öğrenme Modeli

3D: 3 Boyutlu

PUGT: Purdue Uzamsal Görselleme Testi

GBT: Genetik Başarı Testi

NTL: National Training Laboratories Institute (Ulusal Eğitim Laboratuvarları Enstitüsü)

FC: Flipped Classroom (Ters Yüz Sınıf)

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

YÖK: Yükseköğretim Kurumu

STEM: Science Technology Engineering Mathematics (Bilim Teknoloji Mühendislik Matematik)

DNA: Deoksiribo Nükleik Asit

RNA: Ribonükleik Asit

f: Frekans

%: Yüzde

p: Anlamlılık düzeyi

N: Kişi sayısı

SD: Serbestlik derecesi

d: Etki büyüklüğü değeri

η2: Etki büyüklüğü değeri (eta kare)

BÖLÜM I: GİRİŞ

Dünya ve içinde yaşayan toplumlar bir takım olaylar sonucu zamanla değişmektedir. Özellikle son yıllarda teknoloji hızla ilerlerken hayatın ayrılmaz bir parçası haline gelmiş ve beraberinde günümüz dünyasını da bir dönüşüm süreci içine sokmuştur. Bu dönüşüm 18. yüzyılın ortalarında tarıma dayalı üretimde kas gücünün yerini, yeni icatların etkisi ile üretimde makineleşmeye bırakmasını içeren birinci endüstri devrimi (Endüstri 1.0) ile hızlanmaya başlamış ve günümüze doğru daha büyük bir hızla artmaya devam etmiştir. İlk endüstri devrimi İngiltere'de buhar gücü ile çalışan makinelerin icadı ile başlamış ve ardından Avrupa ve tüm dünyaya yayılmıştır. Bu dönemde üretim, su ve buhar gücünden yararlanacak şekilde tasarlanmış basit makinelerle gerçekleştirilmiştir. 19.yüzyıl ortalarına kadar devam eden Endüstri 1.0, hızla sanayileşme sonucunda kırsal bölgede yaşayan birçok insanın fabrikaların bulunduğu kentlere göç etmesine sebep olmuş, Avrupa ülkelerinde sermaye birikiminin artmasına ve insanların refah seviyelerinin yükselmesine katkıda bulunmuştur (Jänicke ve Jacob, 2009).

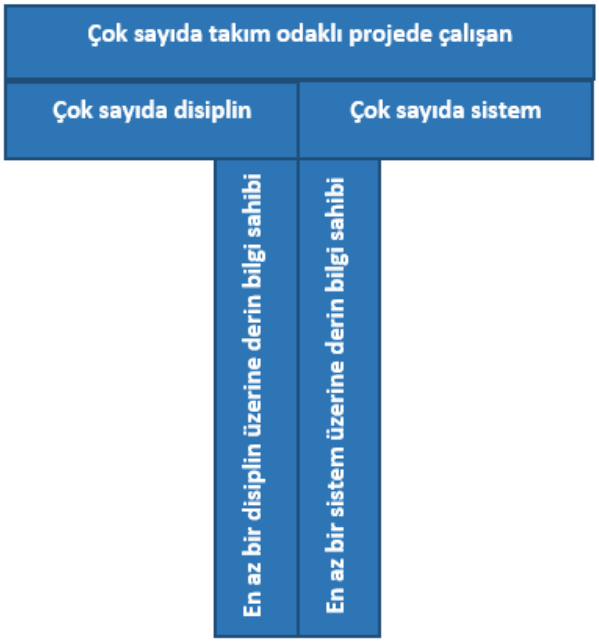
Birinci endüstri devriminde icat edilen basit makinelerin geliştirildiği ikinci endüstri devriminde (Endüstri 2.0), makinelerde kullanılan su ve buhar enerjisi yerine elektrik enerjisi kullanılmış ve seri üretime geçilmiştir. Bu dönemde daktilo, radyo ve telefon gibi haberleşme cihazlarının gelişmesi ile insanlar arası iletişim hızlanmış ve aralarındaki mesafe azalmıştır (Schwab, 2016).

1970'li yıllarda bilgi teknolojileri ve elektronikten faydalanılarak üretimin dijitalleşmesi üçüncü endüstri devriminin (Endsütri 3.0) temel taşlarını oluşturmuştur. Bu dönemde otomasyon basit düzeyde kullanılmış ve bunun sonucunda üretim daha da seri hale gelmiştir (Greenwood, 1997; Mowery, 2009). Seri üretim çağı bu şekilde sonlanmış, üretim adına yeni bir çağa geçiş yapılmıştır.

İlk olarak Almanya'da 2011 yılında ortaya atılan (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği [TOBB], 2016) ve Endüstri 4.0 olarak geçen dördüncü endüstri devrimi, insan ile makine arasındaki etkileşimi arttırmaktadır. Günümüzde insanlar internet ve akıllı telefonları aracılığıyla istedikleri zaman istedikleri yerde birbirleri ile iletişim kurabilmektedirler. Endüstri 4.0 ile insanların internetinin yanında nesnelerin interneti kavramı da ortaya çıkmıştır. Bu, insanların makinelerle ve makinelerinde sistemlerle iletişim halinde olmasına imkân sağlamaktadır (Samaranayake ve ark., 2017). Bundan hareketle Endüstri 4.0 üretim

sürecinde yer alan tüm insan, makine ve sistemlerin birbirleriyle iletişim içinde olduğu, eş zamanlı bilgi aktarımı ve analizinin yapıldığı, akıllı üretimin gerçekleştirilmesini ve bunun tüketiciye ulaşmasını içeren bir süreç olarak tanımlanabilir (Ege Bölgesi Sanayi Odası [EBSO], 2015; Industry, Research ve Energy [ITRE], 2016; Schuh Potente ve ark., 2014). Endüstri 4.0'daki amaç nesnelerin interneti, büyük veri, akıllı fabrikalar, siber-fiziksel sistem, yapay zeka, 3D yazıcılar gibi araçların kullanılarak makinelerin birbirleriyle haberleşip, haberleşme sonucu edindiği verileri analiz ederek, müşterilerin ihtiyacına uygun olan daha esnek, ucuz, hızlı ve kaliteli üretimi gerçekleştirmektir (Acatech, 2013; Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği [TÜSİAD], 2016).

Önceki endüstri devrimleri 'I-şekli' personel olarak adlandırılan bir alanda derinlemesine bilgi sahibi olan uzmanlaşmış kişileri (Boehm ve Mobasser, 2015) ortaya çıkarmıştır. Bu kişiler günümüze kadar işverenler tarafından tercih edilirken artık 'T-şekli' personel olarak adlandırılan bir konuda derinlemesine bilgi sahibi olmasının yanında farklı alanlarda da bilgi sahibi olan kişiler tercih edilmektedir. Şekil 1'de gösterilen ve çalışan insan tipini sembolize eden 'T' şeklinin gövdesi kişinin alanında uzman olduğu konuyu, kolları ise ilgilendiği diğer disiplinleri temsil etmektedir. Bu kişiler üstün bir problem çözme, iletişim ve yaşam boyu öğrenme becerisine sahiptirler (Donofrio ve ark., 2010).



Şekil 1. T-şekilli Personeller: Üstün Problem Çözme ve İletişim Becerilerinin Birleşimine Sahip Bireyler (Donofrio ve ark., 2010)

Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan yeni üretim şeklinde kalifiye olmayan işgücü yerine bilişim-iletişim bilgisine sahip olma, veri analiz edip yorumlama, problem çözme, karar verme gibi farklı yeterliklere sahip işgücüne olan talebe artış gösterileceği, kimi mesleklerin yok olup, kimilerinin türeyeceği düşünülmektedir (Soylu, 2018; World Economic Forum [WEF], 2016). Şener ve Elevli (2017), Endüstri 4.0'ın yapısı ve oluşacak yeni iş kolları üzerine yaptıkları çalışmalarında Endüstri 4.0'a uyum sürecinde, öngörülen mesleklerin eğitimine önem verilmesi ve uyum sürecinin hızlanması için mevcut eğitim sisteminin yenilenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bu süreçte kimi bireylerin farklı işlere yönelmesi gerekeceği ve kimileri için bu durumun mümkün olmayacağı düşünülmektedir (WEF, 2015). İş dünyasında 'I-şekli' personelden 'T-şekli' personele olan talepteki dönüşüm, kariyeri artık temel becerilerle değil, tamamlayıcı beceriler ve öğrenme çevikliği ile tanımlamaktadır (Donofrio ve ark., 2010; IfM ve IBM, 2008). Bu da çeşitli alanlarda bilgi sahibi olan disiplinler arası ve yaşam boyu öğrenen bireylerin yetiştirilmesini zorunlu hale getirmektedir.

Teknolojinin gelişmesi, üretim sistemini, kültürleri ve iş dünyasını değiştirdiği gibi eğitim sistemini de değiştirmektedir (Özçelik ve Onursal, 2020). Öğretmenin sınıftaki beyaz tahtanın önünde durup bir konuda tahtaya bir şeyler yazdığı, öğrencilerin ise sıralarında oturup notlar aldığı ve 45 dakikanın sonunda öğretmenin öğrencilerinin evde yapmaları için kitaplarındaki testleri cevaplamalarını isteyip ertesi gün kontrol ederek işlediği derslerin dayalı olduğu geleneksel öğrenme modelinin etkili öğrenmeyi gerçekleştiremediği ve öğretim programları tarafından belirlenen öğrenme çıktılarının oluşumu konusunda yetersiz olduğu birçok araştırma tarafından gösterilmiştir (Akilli ve Seven, 2014; Öztürk ve Alper, 2016). Teknolojinin gelişmesiyle beraber, eğitim de kapılarını dijitalleşmeye açmış, eğitim sistemleri öğretmen merkezli eğitimden öğrenci merkezli eğitime dönmeye başlamış, yeni yeni öğrenme modelleri ortaya atılmıştır. Karp ve Fletcher'a (2014) göre, teknoloji verimli bir şekilde kullanıldığı takdirde, bir dizi öğrenci ve kurumsal ihtiyacı karşılama potansiyeline sahiptir. Çünkü bu teknolojiler öğrencilerin yönlendirilme ve desteklenme şeklini temelden değiştirerek daha iyi öğrenme çıktılarının oluşmasına katkıda bulunabilmektedir. İşverenlerin talep ettiği ve eğitim sistemlerinin hedeflediği öğrenci profilini oluşturma da teknolojinin öğrenme ortamına entegre edildiği çeşitli öğrenme modelleri ortaya atılmıştır. Bunlardan biri de harmanlanmış öğrenme modelidir. Harmanlanmış öğrenme öğrenene zaman, mekan, hız ve öğrenme tekniği açısından esneklik sağlayan, web destekli öğretim ile yüz yüze öğrenmenin harmanlanması sonucu ortaya çıkan

bir öğrenme modelidir. Harmanlanmış öğrenmenin pek çok çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan biri henüz yaygın olarak uygulanmayan Ters Yüz Sınıf (TYS) modelidir.

Bishop ve Verleger (2013) tarafından TYS modeli kısaca geleneksel modele göre sınıf-içi ve sınıf-dışı yapılan aktivitelerin tersine çevrilmesi olarak tanımlanmaktadır. TYS modelinde konu öğreniminin sınıfta öğretmen tarafından anlatılarak değil öğrencilerin konuyu sınıf dışında çevrimiçi ortamda-web destekli öğretimle, öğretmenleri tarafından paylaşılan içerikler yoluyla öğrenmesi ve devamında sınıf içinde, sınıf dışında öğrenilmiş olan konuya dair pekiştirici ve derinleştirici etkinliklere katılması amaçlanmaktadır. TYS modeli bu yönüyle öğrencinin bireysel, öz denetimli öğrenmesini ve derse aktif katılımını sağlarken müfredatta genişlemeye imkân verir. Ayrıca mevcut öğretim programlarının dayalı olduğu yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir öğrenme modeli olan TYS modelinde geleneksel modelin tersi olarak; sınıf-dışında web destekli ve bireysel öğrenme ile öğrencinin Bloom taksonomisine göre konunun alt bilişsel düzeylerine ulaşması ve öğretmen eşliğinde, sınıf-içinde öğrencinin aktif rol oynadığı etkinlikler gerçekleştirilerek Bloom taksonomisine göre konunun üst bilişsel düzeylerine ulaşması ve kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesi sağlanmaktadır.

Web destekli öğretim veya yüz yüze öğrenme sırasında kullanılan yöntemlerden biri model yapmaktır. Ders sırasında görüntülenmesi mümkün olmayan veya soyut konuların anlatılmasında sıkça modellere başvurulmaktadır (Akkuzu ve Akcay, 2011; Harrison ve Treagust 2000). Modeller hipotezleri test etmek, herhangi bir olgu, olay veya sistemi temsil etmek, açıklamak amacıyla kullanılan fiziksel veya zihinsel araçlardır (Berber ve Güzel, 2009; Coll ve ark., 2005). Modeller öğretim sırasında hazır olarak kullanılabileceği gibi öğrenciler tarafından da hazırlanabilmektedir. Model kullanılması derse öğrencilerin aktif katılım göstermesini, öğrencinin ilgisinin artmasını ve temsil edilen olgu veya olayın öğrenciler tarafından öğrenilmesini kolaylaştırmakla birlikte öğrencilerin yaratıcılıklarının ve çeşitli yeteneklerinin gelişmesini sağlamaktadır. Geliştirilebilen yeteneklerden biri de uzamsal yetenektir.

Uzamsal yetenek, bireyin zihninde nesneleri canlandırabilmesi, nesnelerin üzerinde düzenlemeler yapabilmesi ve yeni görseller oluşturabilmesi yeteneğidir. Aynı zamanda bireylerin karşılaştıkları problemlere ait bilgileri organize ederek zihinlerinde görselleştirmesini, aralarındaki ilişkiyi anlamalarını ve yorumlamalarını sağlamaktadır (Lohman, 1993; Turğut ve Yılmaz, 2012). 'Geometriler ırkı' olarak nitelendirilen heykel,

mimarlık ve matematikteki başarıları Yunanlıların bu yeteneklerle donatılmış olduğunun bir göstergesidir. Yunanlı filozof Platon Dünya'nın ilk üniversite seviyesindeki kurumu olan ve metafizik, felsefe, müzik, astronomi gibi derslerin verildiği Akademi'yi kurmuş ve kapısının üzerine "Geometri cahili olan kimse kapıma girmesin" yazısını yazmıştır (Smith, 1964). Platon'un bu sözündeki geometri cahilinden kasıt matematiksel ve soyut düşünemeyen, matematiksel yetkinliği olmayan insanlardır. Uzamsal ve mantıksal düşünme sayesinde bilgi formüle edilir, grafik ve tablolarla sunulur. Bu bireylerin matematiksel yetkinliğinin olduğunun bir göstergesidir (MEB, 2018; Turğut, 2007). Platon'nun akademisinin önündeki bu sözü, onun matematiksel ve uzamsal düşünmenin farkına vardığının bir göstergesidir ve yetiştirilen Öklid gibi öğrencilerin başarısı onu haklı çıkarmaktadır. Gardner (1993) bilimlerde ilerleme derecesini belirleyen etkenin uzamsal yetenek olduğuna dikkat çekmiştir. Yalnızca bilim yapma sürecinde değil, günümüzde, gündelik hayatta, eğitim sırasında ve meslek hayatında yani insanların tüm hayatı boyunca uzamsal yetenek önemli bir yer etmektedir. Piaget (2005)'nin soyut işlemler dönemi olarak adlandırdığı 11 yaşından itibaren olan sürecin başlangıcı ilköğretim dönemine denk gelmektedir. Öğrencilerin bu dönemden itibaren soyut düşünebilme ve uzamsal düşünme becerilerinin gelişmesinde öğretmenleri büyük rol oynamaktadır. Öğretmenlerin öğrencilerine bu becerileri kazandıracak yetkinlikte olması, kendi uzamsal yeteneğini geliştirmesi ve öğrencilerine geliştirici etkinlikler yaptırması ile mümkün olabilir.

2.2. Problem Durumu

Uzamsal yetenek, birçok bilimsel alanda başarılı olmada önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, jeologlar dağlar gibi Dünya'yı oluşturan yapıların oluşumuna yol açan fiziksel süreçler hakkında akıl yürütür, kimyagerler moleküllerin yapısının modellerini geliştirir, doktorlar MRI gibi görüntüleme cihazlarını kullanarak hastalıkları teşhis eder ve zoologlar, yiyecek arama davranışları hakkında fikir edinmek için hayvanların izlerini haritalandırır. Tüm bunlar uzamsal yetenek kullanımını gerektirmektedir. Bu nedenle, uzamsal yeteneğin fizik, kimya, mimarlık, jeoloji, matematik, mühendislik ve tıp gibi çeşitli bilimsel alanlarda başarı ile ilişkilendirilmesi şaşırtıcı değildir. Wai ve ark. (2009), tarafından lise öğrencileriyle yapılan ve 11 yıl süren boylamsal çalışma, uzamsal yeteneğin eğitim ve mesleki açıdan kritik bir öneme sahip olduğunu ve uzamsal yetenekteki artışa bağlı olarak STEM alanlarındaki başarının arttığını göstermiştir. Yapılan başka bir çalışma biyoloji alanı hariç STEM alanlarının, diğer alanlara göre uzamsal yetenek puanlarının daha yüksek olduğunu göstermiştir (Hegarty ve ark., 2010). Biyoloji alanının içeriğine bakıldığında, bu

disiplinde de başarılı olunması için uzamsal yeteneğin geliştirilmesinin öneminin büyük olduğu görülmektedir.

Yapılan çalışmalar küçük yaşlarda alınan eğitimin uzamsal yeteneğin gelişmesinde daha etkili olduğunu göstermektedir (Fastame, 2017). Geleceğin mühendis, mimar, dişçi, doktor, kimyager vb. nin yetiştirilmesinde görev alan öğretmenlerin, öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmeye yönelik eğitim vermeleri ve bu eğitimi verebilmeleri için kendi uzamsal yeteneklerini geliştirmeleri gerektiği öngörülmektedir. İlgili alan yazın incelendiğinde matematik, fizik, kimya gibi alanlarda öğretmen adayları ile yapılan çalışmalara rastlanırken bakılan çalışmalar arasında biyoloji eğitimi üzerine yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, TYS modeli aracılığıyla işlenen Biyoloji 3 dersinde somut materyaller ve Tinkercad 3D modelleme programı kullanımının ikinci sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarıları ve uzamsal yetenekleri üzerine etkisini araştırmaktır. Buradan hareketle aşağıdaki problem cümlesi oluşturulmuştur;

> "Biyoloji 3 dersinde uygulanan Ters Yüz Sınıf Modeli çerçevesinde Tinkercad veya somut materyal kullanılarak gerçekleştirilen 3D modelleme, öğretmen adaylarının akademik başarılarını, uzamsal yeteneklerini ve modelleme ile ilgili görüşlerini nasıl etkilemektedir?"

Bu doğrultuda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

1. Biyoloji 3 dersinde uygulanan Ters Yüz Sınıf Modeli çerçevesinde Tinkercad veya somut materyal kullanılarak gerçekleştirilen 3D modelleme öğretmen adaylarının akademik başarılarını nasıl etkiler?
   - 1.1. Tinkercad grubu ve Somut Model grubunun Genetik Başarı Testi ön testleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   - 1.2. Tinkercad grubunun Genetik Başarı Testi ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   - 1.3. Somut Model grubunun Genetik Başarı Testi ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   - 1.4. Tinkercad grubu ve Somut Model grubunun Genetik Başarı testi son testleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

2. Biyoloji 3 dersinde uygulanan Ters Yüz Sınıf Modeli çerçevesinde Tinkercad veya somut materyal kullanılarak gerçekleştirilen 3D modelleme öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini nasıl etkiler?
   2.1. Tinkercad grubu ve Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi ön testleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.2. Tinkercad grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.3. Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.4. Tinkercad grubu ve Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi son testleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.5. Tinkercad grubu ve Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Açılımlar alt boyutu ön testleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.6. Tinkercad grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Açılımlar alt boyutu ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.7. Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Açılımlar alt boyutu ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.8. Tinkercad grubu ve Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Açılımlar alt boyutu son testleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.9. Tinkercad grubu ve Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Döndürme alt boyutu ön testleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.10. Tinkercad grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Döndürme alt boyutu ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.11. Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Döndürme alt boyutu ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.12. Tinkercad grubu ve Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Döndürme alt boyutu son testleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.13. Tinkercad grubu ve Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Görünümler alt boyutu ön testleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.14. Tinkercad grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Görünümler alt boyutu ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
   2.15. Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Görünümler alt boyutu ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

2.16. Tinkercad grubu ve Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Görünümler alt boyutu son testleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

3. Öğretmen adayları sürece dair deneyimlerini nasıl değerlendirmişlerdir?

1.2. Amaç

Bu çalışmanın amacı Biyoloji 3 dersinde uygulanan TYS Modeli çerçevesinde somut materyaller veya Tinkercad 3D modelleme programı kullanarak gerçekleştirilen 3D modellemenin, öğretmen adaylarının akademik başarıları, uzamsal yetenekleri ve modelleme ile ilgili görüşleri üzerine etkisini incelemektir.

1.3. Önem

Bu çalışma COVİD-19 pandemisi sürecinde gerçekleştirilmiştir. Tüm dünyayı etkisi altına alan pandemi sebebiyle yüz yüze eğitime ara verilmiş ve eğitimde teknoloji kullanımına hızlı bir geçiş yapılmıştır. Teknolojinin eğitime entegre edildiği çalışmalar literatürde mevcut olsa da çalışmaların sayıca azlığı ve çeşitlilik bakımından yetersizliği uygulamada hangisinin başarılı olabileceğinin kestirilememesine sebep olmaktadır. Dolayısıyla bu dönemde eğitimden istenen verimi almak üzere yapılan teknolojinin eğitime entegre edildiği çalışmalar önem kazanmaktadır. Bu çalışmanın uygulama süreci web destekli öğretim ile yüz yüze öğrenmenin harmanlandığı TYS öğrenme modeline göre dizayn edilmiştir.

Bu çalışmada uygulanan TYS modelinin birinci aşaması olan sınıf-dışı süreç araştırmacı tarafından hazırlanan içeriklerin elektronik bir ortamda (Edmodo) paylaşılması üzerinden yürütülürken sınıf-içi süreç ‘Zoom Video Konferans Sistemi’ üzerinden senkronize bir şekilde yürütülmüştür. Sınıf-içi süreçte aktif öğrenme etkinliği olarak tartışmaların yanı sıra bir gruba somut materyaller ve diğer gruba Tinkercad 3D modelleme programı kullanılarak 3D modelleme uygulamaları yaptırılmıştır. Modelleme öğrenenin birden fazla duyusuna hitap etmesi, soyut olguları somutlaştırması, karmaşık olayları basite indirgemesi, kişiye birinci elden deneyim sunması yönleri ile etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan bir aktif öğrenme etkinliğidir (Harrison, 2001; Haury, 1989). Modeller öğrencilerin kafalarındaki düşünceleri canlandırmalarına ve test etmelerine fırsat vermesinin yanı sıra uzamsal yeteneklerinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır (Baki ve ark., 2011).

Bilim yapma sürecinin önemli bir parçası olan uzamsal yetenek, farklı meslek hayatlarında ve derslerde başarılı olmada ve üst düzey düşünmede önemli bir yere sahiptir (West, 1991).

Wai ve ark. (2009), lise öğrencileriyle yaptıkları 11 yıllık boylamsal çalışmada, uzamsal yeteneğin eğitim ve meslek açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermiş ve STEM alanlarındaki başarının uzamsal yeteneğin gelişimine bağlı olarak arttığını göstermiştir. Yapılan bir başka çalışma, biyoloji dışındaki STEM alanlarının diğer alanlara göre daha yüksek uzamsal yetenek puanlarına sahip olduğunu göstermiştir (Hegarty ve ark., 2010). Biyolojinin içeriğine bakıldığında, bu disiplinde de başarılı olabilmek için uzamsal yeteneğin geliştirilmesinin büyük önem taşıdığı görülmektedir. Örneğin Watson (1993), DNA'nın yapısının keşif sürecini anlatan kitabında, elde ettiği bilgilere göre DNA'nın nasıl katlandığı, şeker- fosfat iskeleti ve baz konumları gibi DNA'nın 3D modeli üzerine sürekli hayaller kurduğunu-zihinde canlandırmalar yaptığını belirtmektedir. Watson ve Crick'in 2 boyutlu resmi anlamlandırdığı ve DNA'nın yapısındaki bazların yönelimlerini keşfettiği bu süreç, büyük ölçüde uzamsal yeteneğin kullanımını içerir. Dolayısıyla oluşturdukları modellerin ortaya çıkmasında uzamsal yeteneklerinin de etkili olduğu sonucuna varılabilir.

Yukarıdakilerden hareketle, geleceğin bilim insanlarını yetiştirmede etkili olan fen eğitiminde uzamsal yeteneğin önemli bir yere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca araştırmalar, fen başarısı ile uzamsal yetenek arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir (Bodner ve McMillen, 1986). Dahası Black (2005) sözel ya da matematiksel becerileri zayıf olan öğrencileri belirlemeye ve bu becerileri geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmasına rağmen uzamsal yetenek için böyle bir uygulamanın yapılmadığını belirtmiştir. Bu durumun uzamsal yetenekleri zayıf olan öğrencilerin ortaokul ve lise düzeyinde öğrendikleri konularda zorluk yaşamalarına ve bunun sonucunda fen ile ilgili disiplinlerde çalışma fikrinden vazgeçebileceklerine sebep olabileceğini savunmaktadır. Lubinski (2010) uzamsal yeteneği "uyuyan dev" olarak adlandırmış ve çok önemli bir beceri olmasına rağmen eğitim sürecinde ihmal edildiğini belirtmiştir. Üstelik önemli bir yetenek havuzunu oluştursalar da uzamsal yetenek dikkate alınmadığı için Einstein gibi (diğer becerilerinin aksine uzamsal yeteneği çok yüksek) gelecekte çok başarılı olma potansiyeline sahip öğrenciler sistem tarafından elenebilmektedir. Bunun üzerine Wai ve ark. (2009) eğitim olanaklarının bu duruma göre yapılandırılması gerektiğini belirtmiştir.

Öğretmenlerin öğrencilerine bu becerileri onlara hitap edecek yöntemlerle kazandıracak yetkinlikte olması, kendi uzamsal yeteneğini geliştirmesi ve öğrencilerine geliştirici etkinlikler yaptırması ile mümkün olabilir. Fen öğretmenleri öğrencilerinin bilgilerini yapılandırmanın yanı sıra uzamsal yeteneklerinin gelişiminde öncü bir rol oynadığından, öğretmenlerin uzamsal yetenekleri araştırmanın odak noktası olmuştur.

Bu amaçla, bu çalışmada TYS modeli çerçevesinde gerçekleştirilen Biyoloji 3 dersinde, fen bilgisi öğretmen adaylarının Tinkercad veya somut materyal kullanarak gerçekleştirdikleri 3D modelleme etkinliklerine dair bir uygulama yapılmış, öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri, akademik başarıları üzerine etkisi ve sürece ilişkin görüşleri incelenmiştir. Çalışmada TYS öğrenme modeline biyoloji alanında bir örnek sunulurken aynı zamanda yapılan uygulama ile biyoloji konularında uzamsal yeteneğin nasıl geliştirilebileceği gösterilmiştir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıklarını şu şekilde belirtmek mümkündür.

- Araştırma 2020-2021 bahar yarıyılında COVİD-19 pandemisi sürecinde gerçekleştirilmiş ve kapanma sebebiyle TYS modelinin yüz yüze yürütülmesi gereken kısmı video konferans sistemi ile senkron şekilde gerçekleştirilmiştir.
- Araştırma sekiz uygulama haftası ile sınırlıdır.
- Çalışmanın sonuçları araştırma sırasında kullanılan veri toplama araçları olan testler ve yarı yapılandırılmış görüşme soruları ile sınırlıdır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

Araştırma sürecinin varsayımlarını oluşturan koşullar şu şekildedir:

- Uygulanan testler ve yapılan görüşmeler sırasında katılımcıların, doğru ve tarafsız cevaplar verdikleri kabul edilmektedir.
- Araştırmacı uygulama süreci boyunca aktif rol almıştır. Görüşmeler de dâhil uygulama süresince araştırmacının yansız davrandığı varsayılmaktadır.

1.6. Araştırmanın Tanımları ve Kısaltmalar

Harmanlanmış öğrenme modeli: *Web destekli öğrenme ile yüz yüze öğrenmenin harmanlandığı bir öğrenme modelidir* (McLaughlin ve ark., 2016; Staker ve Horn, 2012).

Ters Yüz Sınıf (TYS) Modeli: *Öğrencilerin sınıf-dışında elektronik ortamda paylaşılan içeriklerle konuyu öğrenmesinin ardından sınıf-içinde konuya dair aktif öğrenme etkinlikleri gerçekleştirdikleri öğrenme modelidir* (Staker ve Horn, 2012).

Uzamsal yetenek: *Kişinin nesne veya durumları zihninde canlandırması, üzerlerinde düzenleme yaparak yeni görüntüler oluşturmasıdır* (Lohman, 1993). *Ayrıca söylenenleri görsel olarak zihninde organize edip aralarında gerekli ilişkileri kurmak* (Turgut, 2010), *parçaları bir araya getirmek veya bütünü parçalarına ayırmak gibi beceriler de uzamsal yetenek kapsamına girmektedir.*

3D Modelleme: *Görünmeyeni görünür, anlaşılmayanı anlaşılır hale getiren* (Harrison, 2001) *3D materyallerin inşa edilmesidir.*

Tinkercad: *İnsanların 3D olarak istedikleri modelleri oluşturmaları ve istedikleri takdirde 3D yazdırmalarını sağlayan çevrimiçi yazılım programıdır.*

Somut materyal: *Birden fazla duyuya hitap eden üzerinde oynamalar yapılabilen nesnelerdir* (Kennedy, 1986).

Araştırmada kullanılan kısaltmalar ve karşılıkları şu şekildedir:

TYS: Ters Yüz Sınıf Öğrenme Modeli

3D: 3 Boyutlu

PUGT: Purdue Uzamsal Görselleme Testi

GBT: Genetik Başarı Testi

NTL: National Training Laboratories Institute (Ulusal Eğitim Laboratuvarları Enstitüsü)

FC: Flipped Classroom (Ters Yüz Sınıf)

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

YÖK: Yükseköğretim Kurumu

STEM: Science Technology Engineering Mathematics (Bilim Teknoloji Mühendislik Matematik)

DNA: Deoksiribo Nükleik Asit

RNA: Ribonükleik Asit

f: Frekans

%: Yüzde

p: Anlamlılık düzeyi

N: Kişi sayısı

SD: Serbestlik derecesi

d: Etki büyüklüğü değeri

η2: Etki büyüklüğü değeri (eta kare)

BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Çin'in Wuhan kentinde 2019 yılının sonlarında COVID-19 salgınının başlaması ve tüm dünyaya yayılması sonucunda salgının daha fazla yayılmasını önlemek amacıyla ülkeler bir

dizi tedbirler almışlardır. Bu tedbirlerin en başında sosyal mesafe, maske ve hijyen kuralları yer almaktadır. Fakat bu tedbirlere rağmen salgının yayılmasının önüne geçilememiş ve sokağa çıkma yasağı uygulamaya konulmuştur. Bu durum eğitim kurumlarını da etkilemiştir. Birçok ülkede bulaş riskinin azaltılması için okulların kapatılması kararı verilmiştir (Schleicher, 2020). Ülkemizde yüz yüze eğitime ara verilmiş ve MEB ve YÖK tarafından derslerin bazı elektronik platformlar aracılığıyla uzaktan eğitim modeliyle devam etmesi kararı alınmıştır. Aslında eğitimde dijitalleşme eğitim-öğretim faaliyetlerinin iyileştirilmesi adına giderek popülerleşen bir uygulamadır. Fakat COVID-19 salgını sürecinde dijital eğitime hızlı ve zorunlu bir şekilde geçiş yapılmıştır. Bu ani geçiş, ülkelerde teknolojik alt yapı yetersizliği, uygulamalı derslerin işlenişinde verimsizlik gibi zorlukları yanında getirse de eğitimde aksaklık yaşanmasının önüne geçilmiştir (Daniel, 2020).

2.1. Eğitimde Dijitalleşme

Geçmişten günümüze bilim ve teknolojideki gelişmeler insan hayatına birçok alanda etki etmektedir. Endüstri 3.0 ile teknolojinin insan hayatına olan etkisi artmış ve birçok alanda devrim yapılacağı düşünülen sonuncu ve içinde bulunduğumuz dördüncü endüstri devrimi olan Endüstri 4.0 ile makineler ve insanlar arası etkileşim daha da artmıştır. Dolayısıyla teknolojinin insan hayatına önceki endüstri devrimlerine kıyasla çok daha fazla etki edeceği düşünülmektedir. Her endüstri devriminde olduğu gibi Endüstri 4.0'ın da çalışma hayatı üzerine etkisi olacaktır (Taş, 2018). Bu noktada yeni iş alanlarında yerlerini alacak olan bireylerin eğitimi önem kazanmaktadır. Bu dönemde eğitim gören ve yeni çıkan iş gücünü Z kuşağına mensup bireylerin oluşturacağı düşünülmektedir.

2000 yılından itibaren dünyaya gelen bireyler Z kuşağı olarak isimlendirilmektedir. Z kuşağı 'dijital nesil', 'internet kuşağı' gibi çeşitli isimlerle de anılmaktadır (Çetin ve Karalar, 2016; Vogel, 2015). Palfrey ve Gasser (2008), bu kuşakta yer alan bireylerin bilgiyi daha hızlı yorumlama, daha hızlı çalışma, aynı anda birden fazla görevi gerçekleştirme, dijital ortamda sosyalleşme gibi özellikleriyle diğer nesillerden farklılaştıklarını belirtmektedir. Z kuşağı, gözlerini hayata ilk açtıkları andan itibaren teknoloji ile iç içe yaşamaktadırlar. Bu kişilerin teknoloji meraklısı olmaları kaçınılmazdır. Small ve Vorgan (2008), çeşitli dijital teknolojilere sürekli maruz kalmanın beyindeki sinir yollarını etkilediği sonucuna vararak, dijital teknolojiye yüksek düzeyde maruz kalan insanların diğer nesillerden farklı düşündüğü ve öğrendiği iddialarını desteklemektedir. Dewey (1944)'nin 'Bugünün öğrencilerine dünün öğrettiği gibi öğretirsek, onları yarından çalarız.' Sözünden de hareketle günümüz

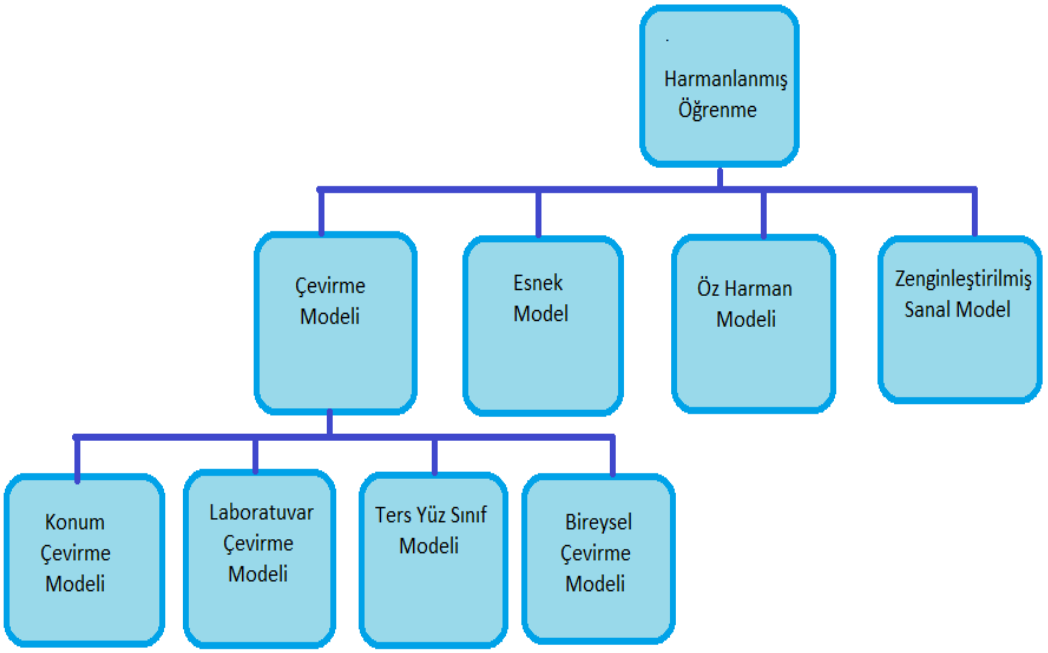
toplumunda teknolojideki gelişmelerin eğitim dünyasında itici bir güç oluşturduğu söylenebilir.

Teknolojideki hızlı gelişmeler öğrencilerin bilgiyi direkt alan kişiler değil, yeni bilgileri ön bilgileri ile karşılaştırıp onun üzerine inşa eden, araştıran ve sorgulayan bireyler olarak yetişmesini zorunlu hale getirmektedir (Seferoğlu ve Akbıyık, 2006). Armstrong (2014)' da teknolojinin öğrencileri kaşiflere ve öğretmenleri de rehbere dönüştürdüğünü belirtmiştir. Nitekim eğitim ve öğretim faaliyetlerinde teknolojiye yer verilmesi öğrencilere çoklu öğrenme ortamları sağlayarak 21.yüzyıl becerilerinin kazandırılması, öğrencilerin bilime ve teknolojiye olan ilgilerinin artması ve aktif öğrenmenin gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır (Korkmaz ve ark., 2015; Overmyer, 2014).

Bunlara ek olarak öğrenenlere öğrenme içeriklerinin 7/24 ulaşımına açık olması, öğrenenin bireysel öğrenmesini desteklemesi, farklı öğrenme hızı ve öğrenme şekillerine hitap etmesi gibi yararları da bulunmaktadır (Vural, 2004). Bu gibi birçok faydasından dolayı teknolojinin entegre edildiği çeşitli öğrenme modelleri ortaya atılmıştır. Bunlardan biri harmanlanmış öğrenmedir. Harmanlanmış öğrenme ve onun bir çeşidi olan ve bu çalışmada uygulanan ters yüz sınıf modeli üzerine incelemelere bir sonraki bölümde yer verilmiştir.

2.1.1. Harmanlanmış öğrenme

Türkçe alanyazın incelendiğinde hibrid öğrenme, karma öğrenme; İngilizce alan yazında blended learning, inverted classroom gibi çeşitli kavramlarla ifade edildiği görülen harmanlanmış öğrenme; öğrenmenin okul günü ve ders saati, sınıf duvarlarından bağımsız olarak öğrencilerin öğrenme hızı ve öğretmenin kullandığı yöntem ve teknikte sınırın olmadığı (Staker ve Horn, 2012), web destekli öğretim ile geleneksel öğrenme ortamında farklı öğretim yöntemlerinin harmanlandığı bir öğrenme modelidir. Harmanlanmış öğrenmenin farklı adlandırmaları olduğu gibi farklı sınıflandırmaları da mevcuttur. Bunlardan biri olan ve Staker ve Horn (2012) tarafından yapılan sınıflandırma Şekil 2'de gösterilmektedir:



Şekil 2. Harmanlanmış Öğrenme Türleri

Harmanlanmış öğrenmenin bir kolu olan çevirme modeli, bir konunun çevrimiçi-web destekli öğrenme- ile farklı bir öğrenme yönteminin dönüşümlü olarak uygulandığı harmanlanmış öğrenme çeşididir. Çevirme modelinin bir çeşidi olan ve bu araştırmada kullanılan TYS modelinin tanımı bir sonraki bölümde sunulmuştur.

2.1.2. TYS Modelinin tanımı

TYS belli bir konuya ilişkin içeriğin çevrimiçi bir platform yoluyla öğrencilerle paylaşılarak konunun okul saati ve okul dışında bir yerde öğrenciler tarafından öğrenilmesini ve ardından sınıfta öğretmen eşliğinde aynı konuya dair aktif öğrenme etkinliklerinin gerçekleştirildiği öğrenme modelidir. Bu model, öğrencinin ders içerik ve talimatlarını çevrimiçi olarak istedikleri yerde almaları ve paylaşılan içerikleri tekrar tekrar ve istediği sürede bakmasına fırsat tanıyarak harmanlanmış öğrenmenin tanımında bulunan öğrencinin kısmen öğrenme yeri, zamanı, hızı ve yolu üzerinde kontrolü olduğunu göstermektedir (Staker ve Horn, 2012).

Driscoll (2012) tarafından yapılan ve Birleşik Devletler'de 26 öğretmen ve 203 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilen "Ters Yüz Öğrenme ve Demokratik Eğitim" anketi sonuçlarına göre TYS modeli çerçevesinde işlenen derslere katılım gösteren öğrencilerin çoğunun (%80)

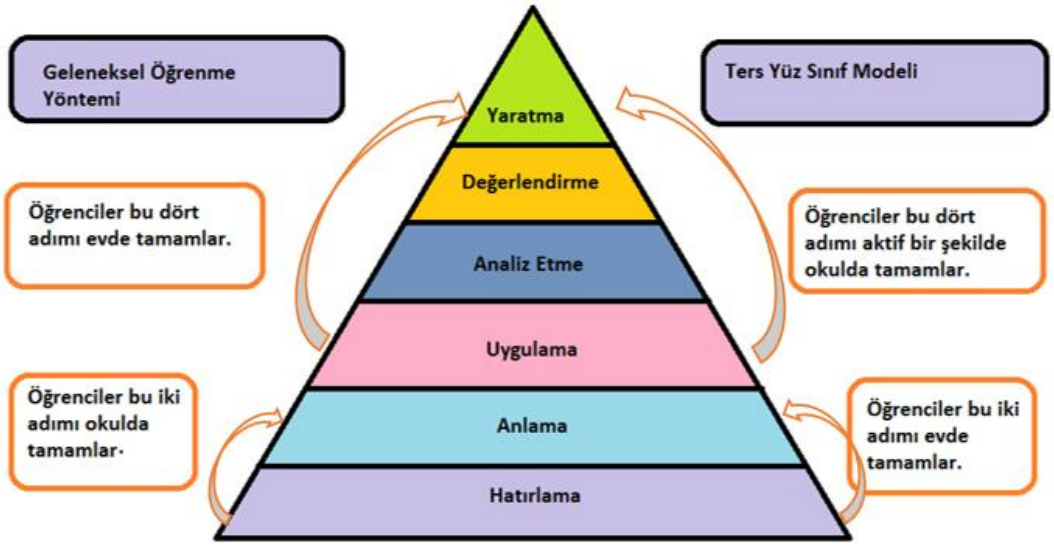
ders sırasında öğretmenleri ve sınıf arkadaşlarıyla daha fazla ve daha olumlu etkileşimlere girdikleri, öğrenme içeriklerine ve ders materyallerine daha fazla erişimleri olduğu, kendi hızlarında çalışabildikleri ve öğrenmeyi daha aktif bir süreç olarak gördükleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin %70'e yakını diğer öğrencilerle birlikte çalışma, problem çözme etkinlikleriyle diğer derslere kıyasla daha fazla meşgul olduklarını bildirmiştir. Ankete katılan öğretmenlerin tamamı, öğrenmenin kendi sınıflarında daha aktif hale geldiğini belirtmiştir. %90'ından fazlası öğrencileri ile olan etkileşimin olumlu yönde arttığını, öğrencilerin materyallere ve öğrenme içeriklerine olan erişimlerinin arttığını, öğrencilerin kendi öğrenme hızlarında çalıştığını belirtmişlerdir. Driscoll'e (2012) göre bu sonuçlar, TYS'nin öğrenme ortamını nasıl demokratikleştirebileceğini göstermektedir. Ayrıca Discroll (2012)'in çalışması incelendiğinde çalışmanın sonuçlarının TYS modelinin tanımı ve amaçlarıyla uyuştuğu görülmektedir.

Diğer yandan TYS modelinin ortaokullardaki ilk uygulama örneği 2007 yılında Woodland Park Lisesi'nde çalışan Bergmann ve Sams adında iki kimya öğretmeni tarafından gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de ise MEF üniversitesi TYS modelini tüm ön lisans ve lisans programlarında kullanan ilk üniversite olmuştur. Ardından diğer üniversite ve bölümlerde de kullanılmaya başlanmıştır. Bunun dışında bazı okullar ve TÜBİTAK gibi projeler kapsamında bazı uygulamaları yapılmıştır. Fakat hala yaygın olarak uygulanmamaktadır (Hayırsever ve Orhan, 2018). Bu noktada bir sonraki bölümlerde sırasıyla TYS modeli öğrenme süreci, sınıf-dışı süreç, sınıf-içi süreç, TYS modelinde öğretmenin rolü, TYS modelinin avantajları ve TYS modelinin sınırlılıkları ve geliştirilen çözüm önerileri üzerine incelemelere yer verilmiştir.

2.1.2.1. TYS modeli öğrenme süreci

Her geçen gün bilgi birikimi artmıştır ve büyük bir hızla artmaya devam etmektedir. Tüm bu bilgilerin öğrencilere verilmesi imkansızdır. Günümüz bilgi çağında öğrencilerin bilgiyi doğrudan almaları değil, bilgiye ulaşma yollarını bilmeleri, ulaştıkları bilgilerle ön bilgilerini karşılaştırıp yenilerini inşa etmeleri, araştırıp sorgulayan, eleştirel düşünen, işbirlikçi çalışan bireyler olmaları zorunlu hale gelmiştir (Seferoğlu ve Akbıyık, 2006). Dolayısıyla öğrencilere gereksinim duydukları bilgilere nasıl ulaşacakları, nerede ne şekilde ve ne kadarını kullanacaklarına dair bir takım beceriler kazandırılması gerekmektedir. Öğrencilere kazandırılması istenen bu becerilerin aktif katılım etkinliklerine yeteri kadar çok yer verilememesinden (Merrill, 2015) dolayı yalnızca sınıf içi süreçteki derste geliştirilmesi çok

zor olabilir. Bu noktada TYS modeli, eğitim ve öğretim faaliyetlerinin sınıf-içi ve sınıf-dışını kapsayacak şekilde yeniden dizayn edilmesi sonucunda oluşturulmuştur. Şekil 3'te TYS ve geleneksel öğrenme modelinin sınıf içi ve dışı süreçlerinin nerede gerçekleştirildiği ve o süreçlerde ulaşılan bilişsel düzeyler gösterilmektedir.



Şekil 3. Ters Yüz Sınıf Modeli ve Geleneksel Öğrenme Yöntemi Bloom Taksonomisine Göre Gösterimi (Kara, 2015)

Şekil 3 Bloom Taksonomisini göstermektedir. Bloom taksonomisi bilişsel düşünme becerilerini altı seviyeye ayıran ve bunları alt ve üst seviyeler olacak şekilde sıralayarak şematize eden sınıflandırmadır (Bloom ve ark., 1956). Geleneksel yöntemde öğretmen sınıfta öğrenciye bilgi aktarır; öğrenciler o bilgileri dinleyerek alır. Öğrencilerin pasif rol oynadığı bu süreçte konuyu temel düzeyde öğrenmeleri ve Bloom taksonomisinin ilk iki düzeyi olan hatırlama ve anlama basamaklarına ulaşmaları sağlanır. Ders sonrası ise öğrencilerin ev ödevi yaparak, kendi kendilerine, daha kompleks olan üst basamaklara ulaşmaları amaçlanmaktadır (Kara, 2015).

Bishop ve Verleger (2013) tarafından kısaca geleneksel modele göre sınıf-içi ve sınıf-dışı yapılan aktivitelerin yer değiştirmesi olarak tanımlanan ve yapılandırmacı kurama uygun bir öğrenme modeli olan TYS modeline göre ise bu süreç tersine çevrilerek öğrencilerin ders öncesinde, sınıf dışında yeni konuyu temel düzeyde bireysel olarak öğrenmesi

sağlanmaktadır. Böylece, öğrencilerin Bloom taksonomisinin hatırlama ve anlama basamaklarına ulaşması sağlanır. Okulda ise aynı konuya dair öğrencilerin aktif katılım göstereceği etkinlikler, öğretmen rehberliğinde yapılarak öğrencilerin Bloom taksonomisinin üst bilişsel düzeyleri olan uygulama, analiz etme, değerlendirme ve yaratma düzeylerine ulaşmaları sağlanır (Hayırsever ve Orhan, 2018).

Yukarıda da bahsedildiği gibi TYS modeli öğrenme sürecini sınıf dışı ve sınıf içi süreç olmak üzere ikiye ayırmaktadır (Hayırsever ve Orhan, 2018). Bu noktada bir sonraki bölümde sınıf-dışı süreç hakkında incelemeler sunulmuştur.

2.1.2.1.1. Sınıf-dışı süreç

Yaşam boyu öğrenen bireylerin kendi öğrenmelerinin farkında olması ve bunun sorumluluğunu almaları gerekmektedir. TYS modeli öğrencinin sınıf içinde gerçekleştirilecek olan aktif öğrenme etkinliklerine, sınıf dışında hazırlanmasını temel almaktadır (McLaughlin ve ark., 2016). Bu modelde öğrenci sınıf dışında çevrimiçi platformda paylaşılan içerikler yoluyla konuyu temel düzeyde öğrenerek sınıf içi yapılacak etkinliklere bir ön hazırlık yapmaktadır. Bodie ve ark. (2006), tarafından yapılan geniş çaplı araştırma, öğrencilerin bir dizi olgu gibi belirli uyaranlara maruz kaldığında, hafızalarının ya da o uyaranı hatırlamalarının öğrencilerin uyarıcılarla olan önceki deneyimleri nedeniyle iyileştiğini göstermektedir. Öğrencilere sınıf dışında ön eğitim sağlanarak, öğrencilerin sınıf içinde gerçekleştirilecek olan aktif öğrenme etkinliklerine hazırlanması ve bunların sonucunda da etkin öğrenmenin gerçekleşmesi sağlanabilmektedir. Araştırmalar, sınıf dışında verilen görevleri tamamlayan öğrencilerin, sınıf içinde aktif öğrenmeye katılma olasılıklarının daha yüksek olduğunu ve yapılan değerlendirmeler sonucu istenen öğrenme çıktılarına dair daha iyi performans gösterdiklerini ortaya koymaktadır (McLaughlin ve ark., 2015). Dolayısıyla sınıf dışında paylaşılacak olan içeriğin öğrencileri eleştirel düşünmeye ve sınıf içinde derinlemesine öğrenmeyi teşvik edecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir (McLaughlin ve ark., 2016). Bu durum sınıf dışında paylaşılan içeriklerin aktarılmasında kullanılan araçların önemini açığa çıkarmaktadır. MacDonald (2016)'ın TYS modeli uygulamalarında sınıf dışı süreçte içerikleri aktarmada kullanılan araçları incelediği çalışmasında her 10 uygulamanın dokuzunda çeşitli şekillerde videoların kullanıldığını tespit etmiştir. Geriye kalan kısımda ise okuma ödevleri gibi öğrenmeye yardımcı materyallerin kullanıldığını belirlemiştir. Diğer yapılan çalışmalara bakıldığında ders içerikleri, video,

Power Point sunuları, e-kitaplar, testler, çevrimiçi oyunlar, podcast'ler vb. araçlarla aktarılabilmektedir (Turan, 2021).

Diğer yandan TYS modeli uygulamasının sınıf dışı sürecinin doğru şekilde tasarlanması büyük önem taşımaktadır. McLaughlin ve ark. (2016), bu süreçte dikkat edilmesi gerekenleri şu şekilde belirtmektedir:

- Sınıf dışı içeriğin seçilip organize edilmesi sırasında öğrencilerin sınıf içi aktif öğrenme etkinliklerine katılımlarını sağlayabilecek temel kavramlara yer verilmesi, diğer içeriğin azaltılması gerekmektedir.
- Paylaşılan içeriklere öğrencinin kolay ulaşabilmesi sağlanmalıdır.
- Paylaşılan ders içeriklerine öğrencinin ayırdığı sürenin ortalama 30 dakikayı geçmemesi gerekmektedir.
- Sınıf-dışında paylaşılan içeriklerin sınıf içi etkinliklerle bağlantılarının kurulması önemlidir. Bu, öğrencilerin sınıf dışında paylaşılan içeriklerin önemini anlamalarını ve sınıf-dışı görevlerini tamamlayarak gelmelerini sağlayacaktır.
- Öğrencilerin sınıf dışında paylaşılan içerikleri tamamlayarak gelmeleri öğrenme sorumluluğunu almalarını da gerektirmektedir.

Bu noktada sınıf dışı içerikler ve sınıf içi uygulamaların bütünleştirilmesi gerekmekte (Biggs, 1996) ve öğrencilere sınıf içerinde ders anlatımı yapılmayacağı, konu öğreniminin bireysel olarak, sınıf dışında paylaşılan içerikler aracılığıyla gerçekleştirileceği belirtilmelidir (Hsieh, 2017). Öğrencilerin sınıf dışında paylaşılan içeriklerle gerçekleştirdikleri öğrenmelerinin ne düzeyde olduğu, eksiklik veya yanlışların tespit edilmesi ve düzeltilmesi amacıyla ölçme ve değerlendirme etkinliklerine de yer verilmelidir (Hsieh, 2017).

2.1.2.1.2. Sınıf-içi süreç

Öğrencilerin konu öğrenmelerinin sınıf dışına taşınması, sınıf içinde aktif öğrenme etkinliklerine ayrılan vaktin arttırılmasını sağlamaktadır (McLaughlin ve ark., 2016). Aktif öğrenme, öğrencinin konuya ilişkin materyallerle doğrudan etkileşime girdiği, konular hakkında eleştirel düşünüp analiz etme, değerlendirme ve sentez gibi üst düzey bilişsel becerilerini işe koştuğu derinlemesine öğrenmeyi sağlayan bir öğrenme yöntemidir (Bonwell ve Eison, 1991; Prince, 2004). TYS modelinin sınıf-içi sürecinde aktif öğrenme etkinliklerine yer verilmesi amaçlanmaktadır. Aktif öğrenmenin gerçekleşebilmesi için ise

öğrencilerin ön bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Bu, TYS modelinde sınıf dışında paylaşılan içeriklerle sağlanmaktadır…

Merrill (2015)'in sınıf içinde harcanan süre açısından geleneksel öğrenme modeli ve TYS öğrenme modelini karşılaştırmasına dair araştırması incelendiğinde, geleneksel öğrenme modeline göre öğrenim gören sınıflarda sınıf içindeki vaktin neredeyse yarısının doğrudan öğretim uygulamalarına; kalan kısmın önemli bir bölümünün öğretmen rehberlikli bilgi yapılandırmaya ve çok az bir kısmının da öğrenilenlerin uygulamasına ayrıldığı görülmektedir. TYS modeline göre öğrenim gören sınıflarda ise sınıf içinde doğrudan öğretim uygulamalarına hiç yer verilmediği, sınıf içinde geçen sürenin çok küçük bir kısmında öğrencilerin öğretmen rehberlikli bilgilerini yapılandırma etkinliklerine yer verildiği, geriye kalan kısım yani sınıf içi vaktin neredeyse tamamında öğrenilenlerin uygulamasına yönelik aktivitelerin gerçekleştirildiği gösterilmektedir. Benzer bir şekilde Bergmann ve Sams (2012) Tablo 2.1'i oluşturmuştur:

Tablo 2.1. Geleneksel Sınıf Modeline Karşı Ters Yüz Sınıf Modeli Sınıf İçi Yapılan Etkinlik ve Süreleri (Bergman ve Sams, 2012)

Geleneksel Sınıf Modeli		**Ters Yüz Sınıf Modeli**	
Etkinlik	**Süre (dakika)**	**Etkinlik**	**Süre (dakika)**
Isınma aktivitesi	5	Isınma aktivitesi	5
Önceki dersten verilen ev ödevlerinin kontrolü	20	Video/sınıf dışı paylaşılan içerik üzerine soru-cevap	10
Yeni konu üzerine ders işleme	30-45		
Rehbelikli/Bağımsız uygulama/Lab. Uygulamaları	20-35	Rehbelikli/Bağımsız uygulama/Lab. Uygulamaları	75

Bergmann ve Sams (2012)'in geleneksel sınıf modeli ve TYS modeline göre 90 dakikalık bir derste yapılan etkinlikler başına harcanan süreyi karşılaştırdıkları Tablo 2.1 incelendiğinde geleneksel sınıf modelinde en çok vaktin öğretmenin doğrudan öğretim uyguladığı yeni konu üzerine ders işlenmesine ayrıldığı; rehberlikli uygulamaların ise yalnızca ev ödevi kontrolüne harcanan vakte eş değer olduğu görülmektedir. TYS modelinde ise dersin oldukça uzun bir kısmının rehberlikli uygulamalarla geçtiği; ev ödevi kontrolüne yer verilmediği görülmektedir. TYS modelinde ev ödevinin yerini sınıf dışında paylaşılan içerikler üzerine soru-cevap etkinliklerine bıraktığı görülmektedir. Ayrıca Tablo 2.1'e

bakıldığında Bergmann ve Sams (2012)'ın Merrill (2015) ile benzer sonuçlara ulaştığı görülmektedir.

McLaughlin ve arkadaşlarına (2016) göre TYS modelinin sınıf-içi sürecinin tasarımında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır. Bunlardan biri sınıf-içi süreçte doğrudan öğretim faaliyetlerine yer verilmesinden kaçınılmasıdır. TYS modeline göre konu öğrenimi sınıf dışında bireysel öğrenme ile gerçekleştirilir ve sınıf içine gelindiğinde tüm öğrencileri derse katacak şekilde tasarlanmış aktif öğrenme etkinlikleri gerçekleştirilir. Tasarlanan etkinlikler öğrencilerin problem çözme, tartışma gibi üst düzey becerini kullanmalarını gerektiren farklı etkinlikleri içermelidir. Bu noktada öğrencilere sürekli geri bildirimde bulunulmalı ve kendilerini değerlendirme imkanı sunularak eksik veya yanlışlarını görmeleri sağlanmalıdır. Ayrıca tasarlanan etkinlikler ile sınıf dışında paylaşılan içerikler arasında bağlantı kurulması önemlidir.

Sınıf-içi süreç sonrasında da öğrenci çevrimiçi platformda paylaşılan değerlendirme etkinliklerini tekrar uygulayabilir ve kendi öğrenmesindeki gelişimi gözlemleme fırsatı bulabilir.

2.1.2.2. TYS'de öğretmenin rolü

Öğretmen, eğitim ve öğretim sürecinde önemli bir yere sahiptir. Geleneksel öğrenme yöntemine göre öğretmen, bilgi aktaran kişi, sahnedeki bilge rolündedir (Howell, 2013). Tüm sorumluluk tamamen ona aittir. Öğretmen, sınıfta farklı öğrenme stilleri ve bireysel farklılıkları olan öğrencilere, sınıf içinde derse ayrılan süre boyunca yalnızca içerik aktarır ve öğrencilerden gelen soruları yanıtlar; öğrencilerin konuyu pekiştirmeleri adına da ev ödevi verir. Geleneksel öğrenme modeline göre de TYS modeline göre de amaç, öğrencilerin üst düzey bilişsel beceriler kazanmasıdır. Geleneksel modele göre ders esnasında öğretmen, öğrencilerin temel düzeyde bilgi edinmeleri ve düşük düzey bilişsel beceriler kazanmalarını sağlarken, ev ödevleri ile üst düzey bilişsel beceri kazanmalarını amaçlar. Bu yönü ile ev ödevleri geleneksel modele göre önemli bir yere sahiptir. Ayrıca ev ödevleri öğrencilerin var olan kavram yanılgıları ve eksik öğrenmelerinin tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Fakat ev ödevleri ertesi derste kontrol edildiği için daha geç fark edilmektedir. Bu da geri bildirim mekanizmasında aksaklıklara sebep olmakta ve tespit edilen kavram yanılgılarının giderilmesine yeterli vaktin kalmamasına sebep olmaktadır (Brown, 2016).

TYS modeline gelindiğinde öğretmenin bilgi aktarıcı rolden rehber rolüne kaydığı görülmektedir. Başka bir deyişle TYS' de öğretmen arkadan liderlik eden kişi rolündedir. Geleneksel öğrenme yönteminde öğretmen daha ön plandayken, TYS'de öğretmen kenara çekilip, öğrencileri ön plana çıkarır; öğrencilere kendi bilgilerini yapılandırmalarında rehberlik eder. Böylece öğretmen öğrencilerle daha fazla ilgilenme, iletişim kurma imkanı bulur; öğrencilere yalnızca bilişsel açıdan değil duyuşsal açıdan da destek olur (Goodwin ve Miller, 2013). Öğretmenin öğrencilerini, onların ihtiyaçlarını ve öğrenme stillerini, konunun gerekliliklerini iyi bilmesi, ona göre sınıf içinde uygulayacağı yöntem, teknikleri belirlemesi ve öğrencileriyle çevrimiçi platformda paylaşacağı içerikleri hazırlayarak, olabildiğince öğretimi çeşitlendirmesi gerekmektedir. Böylece TYS modelinin amaçladığı gibi öğretmen farklı öğrenenlere hitap edebilir.

TYS modelinde öğretmen dersin amacının belirlenmesinden, içeriğin paylaşılacağı uygun aracın seçimine, bunların öğrencileri sıkmayacak fakat gerekli bilgiyi edinmelerini de sağlayacak sürede olmasına, sınıf-dışı paylaşılan içeriklerin ve sınıf-içi aktif öğrenme etkinliklerinin tasarımından, sınıf içi ve sınıf dışı süreçlerin değerlendirilmesi ve tüm bu sürecin yönetiminde görevlidir. Bu sürecin başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için öğretmenin gerekli teknolojik ve pedagojik bilgiye sahip olması, gerekirse kendini bu alanlarda geliştirmesi, modelin uygulamasını deneyimlemesi gerekmektedir. Bu da TYS modelinde öğretmenin geleneksel düzene göre çok daha profesyonel olmasını gerektirmektedir (Hamdan ve ark., 2013).

2.1.2.3. TYS modelinin avantajları

TYS modeli teknolojinin öğrenme sürecine entegre edildiği bir öğrenme modelidir. Bu süreçte öğrenim gören Z kuşağına mensup bireylerin diğer nesillerden en önemli farkı yaşamları boyunca teknoloji ile iç içe olmalarıdır. Dolayısıyla TYS modeli ile Z kuşağı öğrenenleri büyük bir uyum göstermektedir (Bergmann ve Sams, 2012).

Geleneksel model ile öğrenenlerin bireysel farklılıkları göz önüne alınmadan tek tip eğitim verilmektedir. Dolayısıyla günümüz eğitim ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır. TYS modeli ile bu ihtiyacın karşılanabileceği düşünülmektedir (Say ve Yıldırım, 2020). Öğrenme teorileri bireylerin farklı öğrenme stillerine sahip olduğunu ve öğrenme deneyimlerinin sahip oldukları öğrenme stillerine uygun olacak şekilde gerçekleştirildiğinde öğrenme çıktılarının iyileşeceğini varsayar. TYS modelinde öğretmenin ve öğrencinin sınıftaki rolleri değişir.

Öğretmen yeni rolü gereği öğrencileri ile daha fazla iletişim kurarak onları daha iyi tanır. Öğretmenin öğrencileri daha iyi tanıması onların farklı öğrenme stillerine sahip olduğunu görmesi ve onların öğrenme stilleri ve bireysel ihtiyaçları doğrultusunda sınıf-içi ve sınıf-dışındaki uygulama ve içeriklerin paylaşıldığı araçların seçimi konusunda ona yardımcı olur (Marlowe, 2012). Böylece bu süreçte farklı öğrenenlere hitap edilebilir ve öğrenci-öğretmen ve öğrenci-öğrenci etkileşimi geleneksel öğretime kıyasla oldukça artar (Bergman ve Sams, 2012).

TYS modelinde faklı öğrenme stillerine sahip öğrencilere hitap edildiği gibi farklı öğrenme hızına sahip bireylere de hitap edilir (Horn, 2013). Öğrenciler dilediklerinde çevrimiçi platformda paylaşılan videoları durdurabilir, geri sararak tekrar ver tekrar dinleyebilirler. Schultz ve ark. (2014), tarafından yapılan çalışmaya katılan bir öğrenci, çevrimiçi platformda izlediği videoyu, anlamadığında tekrar ve tekrar başa sardığını ve bunun da yüz yüze eğitimin aksine onu utandırmadığını belirtmiştir. Bu da ders sırasında soru sormaktan çekinen öğrencilerin utanma sorunun önüne geçilmesine ve dersten daha fazla verim almalarını sağlamaktadır. Ayrıca TYS modeli dersi herhangi sebeplerle kaçıran öğrencilerin dersi telafi etmesi, dersten geri kalmaması noktasında destekçi olur (Bergman ve Sams, 2012). Fulton (2014)'a göre TYS modelinin sınıf dışı sürecinde öğrencinin ders içeriklerini istediği zaman istediği yerde tamamlaması, öğrencinin kendi öğrenme sorumluluğunu almasını da sağlamaktadır.

TYS modelinde, geleneksel öğrenme modeline göre olan sınıf-içi ve sınıf-dışı etkinlikler yeniden düzenlenerek, müfredatta genişlemeye gidilir. TYS modeli öğrencilere ders içeriğini öğrenmede sınıf-içi ve sınıf-dışı olmak üzere iki fırsat sunmaktadır. Öğrenciler evde konuyu öğrenir ve öğrendiği bilgileri sınıf içerisinde bütünleştirerek uygularlar. Öğrenme içeriğinin öğrenenle iki aşamalı olarak paylaşılması sınıf-içi sürece, sınıf-dışı süreçle ön hazırlık yapılmasını sağlarken öğrenenlerin kısa süreli hafızalarına tek seferde giren bilgi miktarını da azaltmaktadır. Böylece TYS modeli öğrenenin bilişsel yükünü azaltmayı sağlamaktadır (Abeysekera ve Dawson, 2015). Schultz ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmaya katılan öğrenciler sınıf içinde üst bilişsel düzeyde etkinliklerin gerçekleştirilerek problem çözümünün, gerektiğinde öğretmenin desteğini daha kolay alabilmelerini sağladığı için TYS modelini daha faydalı bulduklarını belirtmiştir.

TYS modelinin sınıf-dışı sürecinde, çevrimiçi ortamda paylaşılan içerikler sayesinde öğrenci istediği her an bilgiye ulaşma fırsatı bulur. Öğrenme ortamı sınıf duvarlarını aşar, öğrenen

için öğrenmek sadece okul sınırları içinde olmaktan çıkar, okulu benimser, öğrenme-ders ile hayatı bütünleşir. Bolat (2016)'a göre konu öğreniminin sınıf dışında gerçekleşmesi sınıfları konuların öğrenildiği mekanlar olmaktan çıkartıp onları eksik bilgilerin doldurulduğu, yanlışların düzeltildiği, konunun pekiştirildiği ve daha derin öğrenmenin gerçekleştiği mekanlar haline çevirmiştir. Ayrıca TYS modelinin sınıf-dışı süreci öğrencinin bireysel öğrenme becerisi kullanımını gerektirmektedir. Bishop ve Verleger (2013)' e göre, TYS modeli aktif öğrenme modeli ile bireysel öğrenmenin bir arada kullanılmasına olanak sağlaması açısından her iki modelin de avantajlarını barındıran güçlü bir uygulama olarak nitelendirilebilir. Aktif öğrenme, TYS modelinin sınıf-içi sürecini temelini oluşturmaktadır. Bundan hareketle TYS modelinin sağladığı faydalardan biri; bilgi toplumunu oluşturmak için bireylerin sahip olması gereken 21.yy becerilerinden bilgiye ulaşma, sınıflama, kullanma ve başkalarıyla paylaşmayı öğrenmelerini gerektirmesidir. Bunlara ek olarak, öğrencilerin sınıf dışında paylaşılan içeriklerle öğrendiklerini sınıf içinde uygulamaları; öğretmenlerin ise öğrencilerin varsa eksik öğrenmeleri veya kavram yanılgılarını anında tespit etmesi ve düzeltme imkanı bulması TYS modelinin en önemli avantajlarından biridir (Berrett, 2012).

Öte yandan Overmyer (2014)'e göre eğitimde teknolojiye yer vererek öğrenme etkinliklerinde çeşitliliği sağlamak öğrencilerin kazanmaları amaçlanan 21.yüzyıl becerilerinin edinilmesini kolaylaştırmaktadır. Öğrenme ortamında teknoloji kullanımının öğrencilerin teknolojiye karşı ilgilerini de arttırdığı yapılan çalışmalar tarafından bildirilmiştir (Korkmaz ve ark., 2015). Seamen ve Gaines (2013)'e göre elektronik ortamda paylaşılan içerikler ve sınıf içinde gerçekleştirilen etkinlikler öğrencinin pedagojik özelliklerine uygun olduğu sürece ders daha verimli hale gelmektedir.

2.1.2.4. TYS modelinin sınırlılıkları ve geliştirilen öneriler

Literatür incelendiğinde TYS modelinin uygulaması sırasında bir takım sıkıntılar çıktığı ve bunlara yönelik çözüm önerileri getirildiği görülmektedir. Bunlardan biri öğretmenin sınıf-içi ve sınıf-dışı içerik ve uygulamaları hazırlarken; öğrencinin de daha fazla içerik ve uygulama ile karşılaşmasından dolayı öğretmen ve öğrencinin iş yükünde artış yaşanmasıdır (Merrill, 2015; Schultz ve ark., 2014). Bu durum öğrencilerin videoları izlemeden derse gelip, izlemiş gibi yapmalarına ve bunun sonucunda da derse aktif katılım gösterememelerine sebep olmaktadır (Merrill, 2015). Öğretmenler her ne kadar sürecin başında sınıf-içi ve sınıf-dışı içerik ve uygulama hazırlarken fazla vakit harcamasına karşın

ilerleyen zamanlarda hazırladığı içeriklerin gelecekteki yıllarda kullanılmasıyla bunlara tekrar vakit ayırmasına gerek kalmayacağı ve önceki verdiği tüm vaktin kendilerine kalacağı yapılan çalışmalarla gösterilmektedir (Ferreri ve O'Connor, 2013). Ayrıca video hazırlamak için vakit bulamayan öğretmenlere erişime açık olan ücretsiz videoları öğrencileri ile paylaşmaları önerilmektedir (Merrill, 2015).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde sınıfın teknolojik altyapı yetersizliği veya öğrencilerin sınıf dışı içerikleri tamamlayacakları teknolojik araç gereçlere veya onları çalıştıracak internete sahip olmama gibi güçlüklerle karşılaşılabildiği görülmektedir (Bergman ve Sams, 2013). Bu durumda bilgisayarı olmayan öğrencilere tablet temin edilebilir veya okula yönlendirilebilir; bilgisayarı olduğu halde interneti olmayan öğrencilerin ise DVD gibi taşınabilir bellekler aracılığıyla videolara ulaşımları sağlanabilir (Bergmann ve Sams, 2013). Öğrenciler velilerinin akıllı telefonları aracılığıyla da videoları izleme imkanı bulabilirler (Merrill, 2015). Ayrıca paylaşılan videoların görüntü, ses kalitelerinin iyi olmaması ve öğretmenlerin paylaştıkları videoların içerik bakımından yetersiz gelebileceği kaygısıyla sürelerini uzun tutmaları, öğrencilerin sınıf-dışı görevleri sıkıcı bulmalarına ve bunun sonucunda da görevlerini tamamlamalarına sebep olmaktadır (Schultz ve ark., 2014). Merrill (2015), öğretmenlerin paylaştıkları videoları öğrenciler için daha dikkat çekici hale getirmelerini önermektedir. Buna ek olarak öğretmenlerin, "Google Classroom", "Beyaz Pano" gibi çevrimiçi platformları kullanarak öğrencilere paylaşılan içerikle ilgili soru yönelttikleri takdirde onların videoları izleyip izlemediklerini kontrol edebileceklerini ifade etmektedir. Çevrimiçi platformda öğrenciler ile paylaşılan video gibi içeriklerin zamanı da doğru ayarlanmalıdır. Critz ve Knight (2013), video sürelerinin ne öğrencilerin dikkatini dağıtıp onları sıkacak kadar uzun ne de konunun anlaşılmasını engelleyecek kadar kısa olması gerektiğini belirtmiştir. Bu gibi durumlar öğretmenlerin TYS modeli hakkında yeterli bilgi ve deneyime sahip olmaması, teknolojik araç kullanma ve süreç yönetiminde yeterliğinin olmamasından kaynaklanabilmektedir (McLaughlin ve ark., 2016). TYS modeli ile ilgili bilgi ve beceri yetersizliği olan öğretmenlerin kimi kurumlarca hazırlanan çalıştay vb. etkinliklere katılıp, meslektaşları ile deneyimlerini paylaşmalarıyla; ücretsiz ve kolay kullanılabilir uygulamaları kullanmalarıyla bu durumun önüne geçilebilmektedir (McLaughlin, 2016; Merrill, 2015).

Öğrencilerin modele karşı yabancılık çekmesi TYS modelinin sınırlılıklarından biridir. Öğrencilerin modele, kullanılacak çevrimiçi platforma ve uygulama sürecine ilişkin bilgilendirilmesi ile süreç içerisinde karşılaşılabilecek teknik vb. aksaklıkların önüne

geçilebilmektedir. TYS modelinin sınırlılıklarından bir diğeri de öğrencilerin çevrimiçi platformda gerektiğinde soru soramamasından kaynaklı, sınıf-dışı sürecin verimli olamamasıdır (Schultz ve ark., 2014). Bu sorunun çözümü için öğrencilerden sınıf-dışı süreçte gerekli notları almaları ve sınıf içinde öğretmenleri ile paylaşmaları önerilmektedir (Bergmann ve Sams, 2013). Ayrıca öğrencilerin birbirleri ve öğretmenleri ile iletişim içinde olduğu çevrimiçi platformda, öğrenciler sorularını arkadaşları ve öğretmenleri ile paylaşabilir, gerektiğinde çevrimiçi tartışma ortamı da yaratılabilir.

TYS modelinin buraya kadar anlatılan sınırlılık ve sınırlılıklarına karşı geliştirilen çözüm önerileri Tablo 2.2'de özetlenmiştir.

Tablo 2.2. Ters Yüz Sınıf Modelinin Sınırlılıklarına İlişkin Geliştirilen Çözüm Önerileri

Sınırlılıklar	Geliştirilen Çözüm Önerileri
Öğretmen ve öğrencinin iş yükünde artış olması.	• Öğretmenin aynı içerikleri gelecek yıllarda tekrar tekrar kullanması • Video hazırlamak yerine açık erişimli videoların öğrencilerle paylaşılması
Sınıfın veya öğrencilerin teknolojik altyapı bakımından yetersizliği	• Bilgisayarı olmayan öğrencilere tablet temin edilmesi, okula yönlendirilmesi veya velilerin akıllı telefonları aracılığıyla; internet problemi olan öğrencilerin ise taşınabilir bellekler aracılığıyla sınıf-dışı içeriklere ulaşması
Paylaşılan videoların kalite ve süresinin uygun olmaması. Buna bağlı olarak öğrencilerin sınıf dışı görevlerini sıkıcı bulmaları vb sebeplerle tamamlamamaları	• Paylaşılan videoların ilgi çekici hale getirilmesi • Video sürelerinin doğru ayarlanması • Çevrimiçi platformlar aracılığıyla öğrencilere paylaşılan içerik hakkında soru sorulması
Öğretmenin yeterli bilgi ve deneyime sahip olmaması	• Öğretmenlerin gerekli eğitimlere katılması

	• Öğretmenlerin kolay kullanılabilir ve ücretsiz uygulamaları kullanması
Öğrencinin sınıf-dışı süreçte soru soramaması	• Öğrencilerin sınıf-dışı süreçte not alıp sınıf-içi süreçte öğretmenlerine yöneltmeleri
Öğrencinin TYS modeline karşı yabancılık çekmesi	• Öğrencilerin uygulama öncesinde tüm süreç ve olabilecekler hakkında bilgilendirilmesi

TYS modelinde amaç öğrencinin daha fazla aktif öğrenme etkinlikleri yapmasına fırsat tanımaktır (Hess, 2013). Böylece öğrencinin kalıcı öğrenmesi gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada sınıf-içi süreçte aktif öğrenme etkinliği olarak 3D modelleme etkinlikleri yapılması kararlaştırılmıştır. Bunun sebebi 3D modelleme etkinliklerinin öğrencilerin daha fazla duyusuna hitap ederek kalıcı öğrenme seviyesini artırmasıdır. Bu noktada bir sonraki bölümde modellemeye dair incelemeler sunulacaktır.

2.2. Modelleme

Modeller, karmaşık veya soyut olgu veya olayların basitleştirilmiş temsilcileridir. Modelleme ile bir nesne inşa edilebilir ve bunun sonucunda nesnenin yapısı ve nesnenin nasıl davranacağına ilişkin tahminde bulunulabilmektedir. Aynı zamanda modelleme bir sürecin nasıl gerçekleştiği konusunun anlaşılmasında etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Kinnear ve Martin, 1992). Harrison (2001) modeller görünmeyeni görünür, anlaşılmayanı anlaşılır hale getiren materyaller olarak tanımlamaktadır. Schwarz ve Gwekwerere (2007)'e göre ise modeller bilimsel modelleri bilimsel teorilerin somutlaştırılmış temsilcileridir. Cartier ve ark. (2001) tarafından modelleme bilim insanlarının kanun, teori, eşitlik gibi ortaya çıkardığı yeni ürünlerin oluşum aşaması ve bunların sonuçlarının kısa bir özeti olarak tanımlanmaktadır.

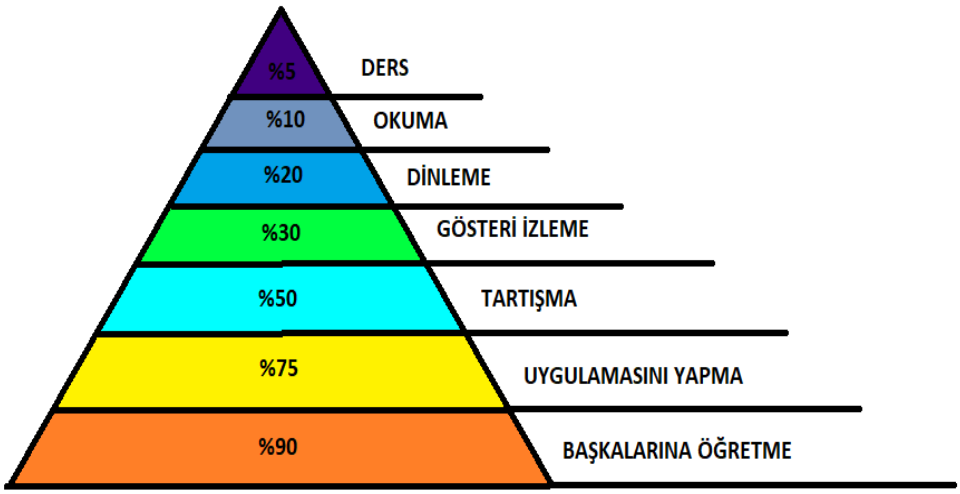
Modeller çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğin olgu ve olayları temsilen oluşturulan modellerin 2D veya 3D olarak hazırlandıkları, hazırlanırken de somut materyaller veya bilgisayar yazılımlarının (çeşitli 3d teknolojilerin) kullanıldığı görülmektedir. Dünya'nın nasıl meydana geldiği, bigbang gibi olayların canlandırılması, eski binalar vb. nin başlangıçta nasıl olduklarının gösterilmesi için yeniden inşa edilmesi

veya astronotların Dünya'dan ayrılmadan önceki eğitimleri sırasında 3D teknolojileri kullanmak mümkündür (Chittaro ve Ranon, 2007). Chittaro ve Ranon (2007), yaptıkları betimsel çalışmalarında Web 3D teknolojilerinin ne olduğundan ve bunlara dayalı sanal gerçekliğin eğitim amaçlı kullanımından bahsetmişlerdir. Araştırmacılara göre bu tarz uygulamalar maliyet, mesafe, tehlike gibi nedenlerle gerçek dünyada uygulanamayan birçok şeyin öğrenciler tarafından deneyimlenmesini sağlar. 3D teknolojilerin derinlik bakış açısını da sunmasıyla 2D'lere kıyasla konuların daha gerçekçi ve ayrıntılı temsilcilerine ulaşmayı sağlaması ve atom altı parçacıklar gibi gözle görünmeyenleri temsilini görmeyi sağlaması yönüyle öğrencilerin birinci kişi deneyimine erişmesini ve dolayısıyla da konuyu daha derin bir şekilde anlayabilmelerini sağladığını belirtmektedirler.

Modellerin en fazla kullanıldığı alanlardan biri fen bilimleri eğitimidir. Çünkü fen bilimleri içerdikleri konular bakımından makroskobik ve mikroskobik seviyede ele alınmaktadır. Makroskobik olanlar görünür özellikleri temsil ederken mikroskobik olanlar varlıkların görünmez doğasını temsil etmektedir (Johnstone, 1991). Fen bilimleri daha çok soyut konuları içerip, dayandırıldığı teoriler deney ve gözleme dayanmaktadır. Bundan dolayı, bunlar arasında özellikle mikroskobik düzeyde olan olgu ve olayların öğretimi sırasında güçlüklerle karşılaşılmaktadır. Bu güçlüklerin üstesinden gelinmesi noktasında, öğrencilerin soyut bir konuya ait hipotezleri test etmesi, olgu veya olaya açıklık getirmesi, konuyu daha iyi anlaması için araç olarak modellere başvurulmaktadır (Barak ve Dori, 2000). Koponen (2007)'e göre modelleme, fen bilimleri eğitiminde öğrenen tarafından bilginin oluşturulmasında temel bir role sahiptir. Modeller ile soyut kavramlar somutlaştırılır, karmaşık konular basite indirgenerek öğrenmede kolaylık sağlar. Modeller öğrencilerin kafalarındaki düşünceleri canlandırmalarına ve test etmelerine katkıda bulunur (Schwarz ve Gwekwerere, 2000). Böylece öğrencilerin akademik başarıları artar (Demirçalı, 2016).

Fen öğretimi sırasında modeller hazır olarak kullanılabilir veya öğrenciler tarafından oluşturulabilirler. Hazır model kullanımı öğrencilerin ilgisini çeker ve derse karşı olumlu tutumlar geliştirmelerine katkıda bulunur (Koyuncu, 2019). Öğrencilerin modelleri kendilerinin yapmaları ise onların farklı duyularını kullanmalarını sağlar. Bu durum öğrencinin beyninin birden fazla bölgesinin uyarılmasına sebep olur. Böylece öğrenci yaparak yaşayarak öğrenir (Haury, 1989). Aslan ve Doğdu (1993), grup halinde yapılan modelleme etkinlikleriyle öğrencinin, sınıf arkadaşları ve öğretmeni ile daha fazla etkileşim kurduğunu belirtmektedir. Bunlardan hareketle modellemenin öğrencilerin aktif katılım göstermelerini ve etkin öğrenmenin gerçekleşmesini sağladığı söylenebilir.

Aktif öğrenme, kimi öğrenme yöntem ve tekniklerin kullanılarak öğrencilerin öğrenme sürecine dahil edilmesidir (Prince, 2004). Etkili öğrenme ise bilgiyi alma, uygun olanları seçme ve uygun bağlamda kullanma becerisidir (Başaran, 2004). Öğrencilerin ne yaparak ne kadar kalıcı öğrenmelerinin gerçekleşebileceğine dair bazı modeller oluşturulmuştur. Bunlardan biri Şekil 4'te gösterilen öğrenme piramididir.

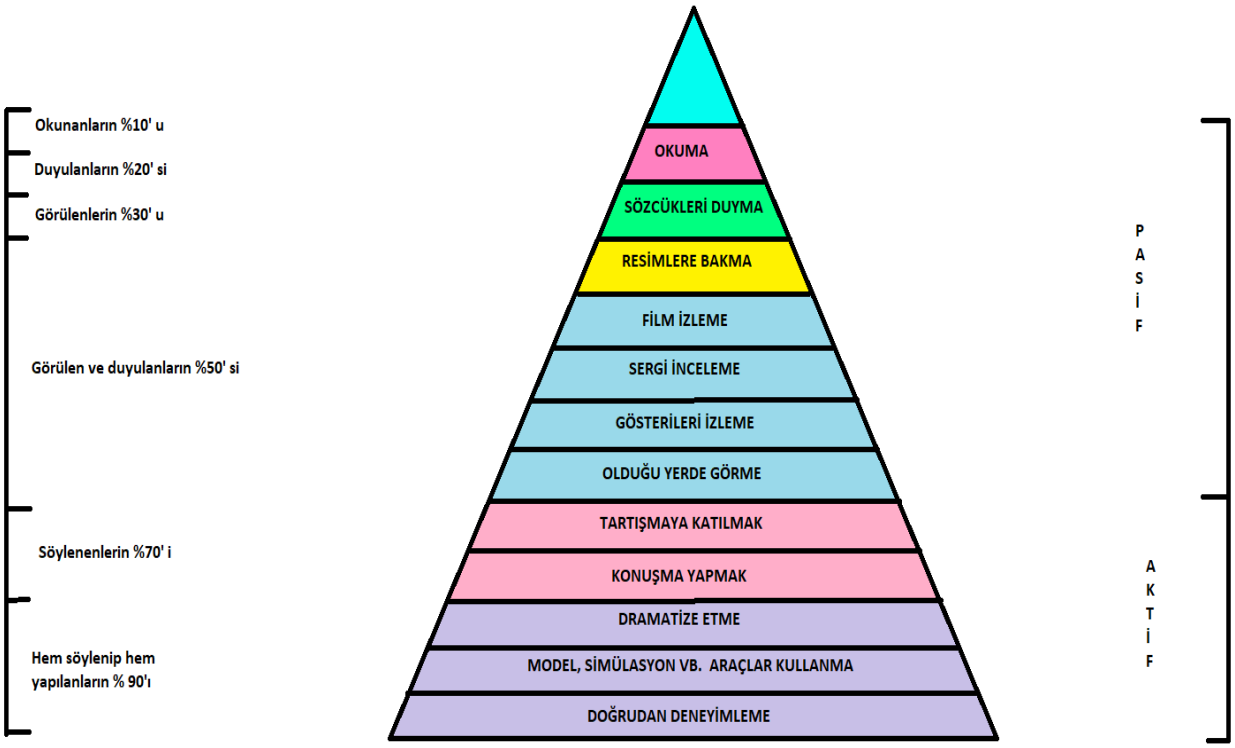


Şekil 4. NTL, Bethel, Maine Tarafından Hazırlanan Öğrenme Piramidi

Öğrenme piramidi National Training Laboratories Institute (NTL) tarafından 1960'da ortaya atılmış bir modeldir. Bu modele göre öğrenme tekniklerinden hangisinin ne düzeyde kalıcı öğrenmeyi sağladığı birbiri ile karşılaştırmalı şekilde bir piramit üzerinde gösterilmektedir. Öğrenme piramidinin ilk dört basamağı pasif öğretme yöntemleri, son üçü aktif-katılımcı öğretme metotları ile kazandırılmaktadır. Piramidin en üstünde %5 öğrenmeyi sağlayan 'ders' sırasındaki öğrenme bulunmaktadır. Bu, derste dinlenenlerin yalnızca %5'inin akılda kaldığı anlamına gelmektedir. Piramidin devamı incelendiğinde öğrenenin okuma aktivitesi ile %10, dinlediklerinin %20 ve uygulama gösterileriyle %30 kalıcı öğrenmeyi sağladığı yani konunun öğrenilme seviyesinin %30'a çıktığını göstermektedir. Buraya kadarki kısım pasif öğrenme ile yani öğrencinin katılımcı değil, okuyucu ve dinleyici pozisyonunda olduğu öğrenmelerde görülmektedir. Ne zaman öğrenci aktif olarak katılım gösterirse, aktif öğrenme gerçekleşmiş olur ve bu da tartışma ile %50, uygulama ile %75 ve başkalarına öğretme ile %90 oranında öğrenmenin gerçekleştiği, öğrenilenlerin %90'ının kalıcı bir şekilde öğrenildiği anlamına gelmektedir. Öğrenen kişiler konuyu yalnızca dinleyip, okuyarak istenilen düzeyde öğrenme gerçekleştiremez. Bu şekilde yalnızca temel düzeyde

öğrenme gerçekleşmiş olur. Konunun uygulamasını yaparak, araştırıp sorgulayarak, başkalarıyla tartışıp anlatarak öğrenme düzeyi arttırılabilir.

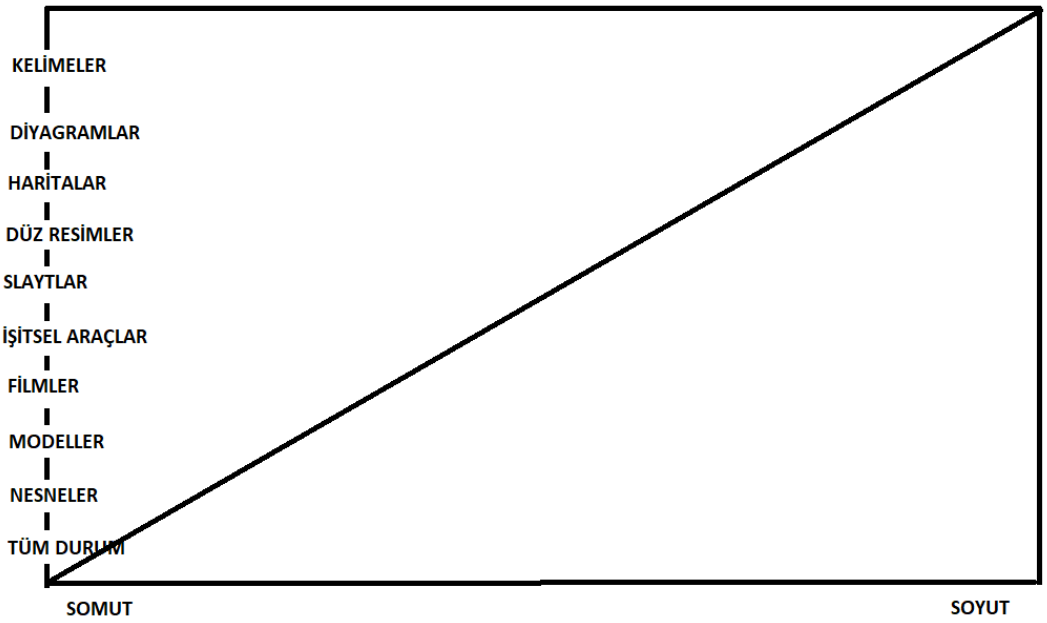
Benzer bir şekilde Dale (1969) tarafından Şekil 5'te gösterilen yaşantı konisi geliştirilmiş, "Audiovisual Methods in Teaching" kitabında yayımlanmıştır.



Şekil 5. Edgar Dale Tarafından Geliştirilen Yaşantı Konisi

Yaşantı konisine göre okunanların bir süre sonra yalnızca %10'u hatırlanmaktadır. Eğer kitap sesli bir kitapla değiştirilirse, öğrenen kişi duyduklarının %20'sini hatırlayacaktır ve bu da öğrenenin öğrenme etkinliğinin %100 artacağı anlamına gelmektedir. Sesli kitaba resim de eklenirse duyulan ve görülenlerin %50'si hatırlanacaktır. Napolyon Bonopart'ın da dediği gibi "Bir resim bin kelimeye bedeldir". Yaşantı konisinin buraya kadarki kısmı öğrenenin görme ve duyma duyularını kullandığı yani pasif rol oynadığı kısımlardır. Ne zamanki öğrenci aktif katılım göstermeye başlar, öğrencinin öğrenme etkinliği de bir o kadar artar. Öğrencinin belli bir konuda bir tartışmaya katılması beyninin tamamen farklı bir şekilde uyarılmasına ve bu etkinlik sonucunda da %70 oranında öğrenmenin gerçekleşmesi sağlanmaktadır. Bunlara dokunma duyusu eklendiğinde, yani öğrenene fiziksel aktiviteler yaptırarak onun durumu veya süreci deneyimlemesine izin verildiği takdirde öğrenmede %90 kalıcılık sağlanacaktır. İnsanlar bir üçgenin iç açıları toplamının 180 derece olduğunu veya Arşimet prensibini unutabilir fakat nasıl futbol oynandığını hatırlarlar.

Edgar Dale ve NTL'nin öğrenme piramitlerine benzer şekilde bir sınıflandırma da Hoban ve Zissman (1937) tarafından geliştirilmiştir. Hoban, eğitim-öğretim sırasında kullanılan görsel-işitsel materyalleri, oluşturulan öğrenme ortamının somuttan soyut özellik gösterişine göre Şekil 6'daki gibi sınıflandırmıştır.

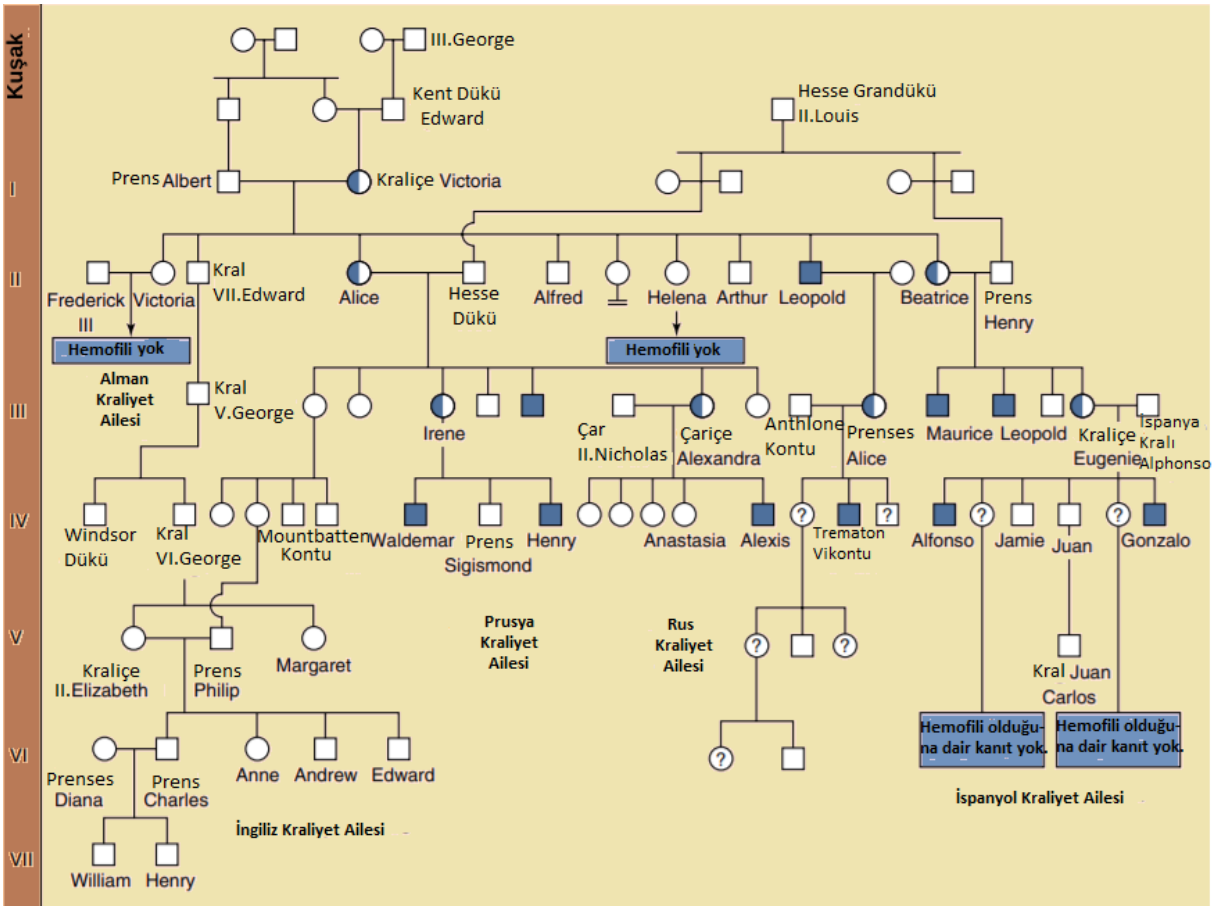


Şekil 6. Hoban ve Zissman'ın Sınıflandırması (Hoban ve Zissman, 1937)

Üç sınıflandırma da dikkate alındığında modeller aracılığıyla edinilen deneyimlerin daha fazla öğrenme sağladığı anlaşılmaktadır. Edgar Dale'in yaşantı konisi incelendiğinde modellemenin eğitim ortamında kullanılması öğrenme içeriklerinin somutlaştırılmasına, öğrenenin etkili öğrenmesine ve kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağladığı görülmektedir.

Fen bilimleri fizik, kimya ve biyoloji disiplinlerini bünyesinde barındırmaktadır. Kimyada atom altı dünyanın parçacıkları, fizikte özel görelelik, biyolojide DNA replikasyonu fenin görünmez dünyasını oluşturmaktadır. Bu konuların anlaşılması, bahsi geçen kavramların-nesnelerin uzamsal yönelimli yapılarının zihinde canlandırılabilmesini ve işlenebilmesini sağlayan uzamsal yeteneği gerektirir. Harle ve Towns (2010), kimyanın, öğrencilerin ustalaşması gereken bir uzamsal dili olduğunu belirtmişlerdir. Yalnızca kimya değil, fizik ve biyoloji için de aynı durum söz konusudur.

Aşağıda modelleme ve uzamsal dilin kullanımına yönelik örnekler verilmiştir. Moleküler biyoloji alanının da içinde bulunduğu çeşitli alanlarda çeşitli amaçlar için genogramlar oluşturulur. Örneğin genogram oluşturulması tıpta hastalığın erken tanısının sağlanması ve gerekli tedavinin uygulanması açısından önemlidir. Genogramlar yalnızca hastaya değil, tüm aileye odaklanarak bütüncül bir değerlendirme sağlar. Bu yönüyle ailenin genetik, sosyal, kültürel, psikolojik vb. açılardan özelliklerini özetler ve hastaların çözüm yollarını aydınlatır (Örs ve Öngel, 2019). Şekil 7'de kalıtsal bir hastalık olan hemofilinin en bilinen örneği olan *Kraliyet Hemofilisine* ait genogram gösterilmektedir.



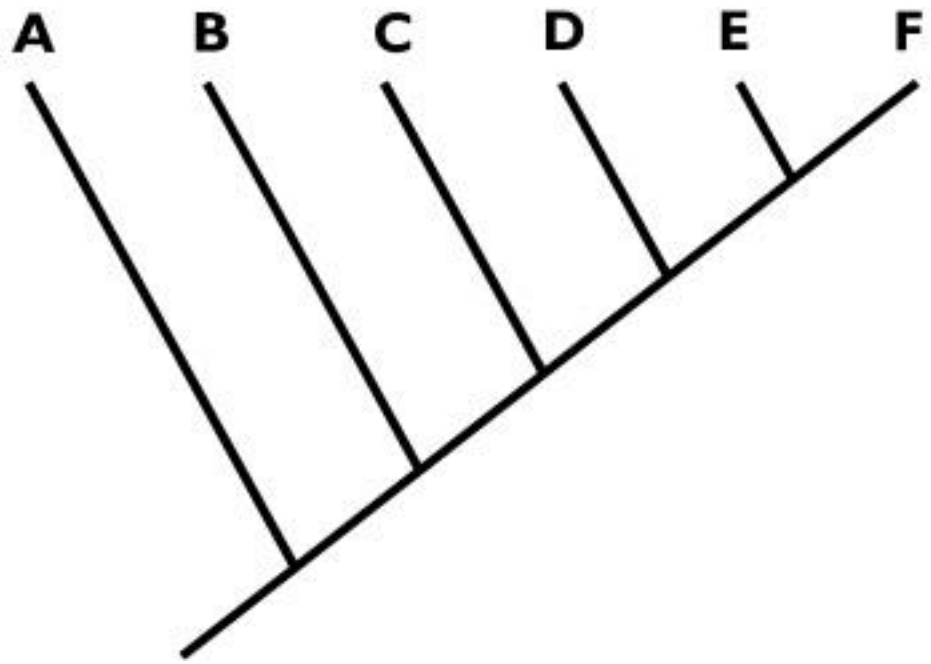
Şekil 7. Kraliyet Hemofilisine İlişkin Genogram (Johnson, 2011)

Genogram incelendiğinde Kraliçe Victoria'nın dokuz çocuğundan üçünde kusurlu alellerin bulunduğu görülmektedir. Bunlardan Alice'in Rus ve Avusturya kraliyet ailesine, Beatris'in İspanyol kraliyet ailesine ve kendisi hemofili olan Leopold'ün de hastalığı üçüncü kuşağa evlilik yoluyla taşıdıkları anlaşılmaktadır. Bu tarz bir genogram Hiroşima'da yaşayan japon bir kadının ailesinde bulunan kanser vakalarından etkilenerek, kendinin de bir gün kanserden öleceği, bu genetik mirası çocuklarına aktarmanın adil olmayacağı düşüncesi ile evlenip

çocuk yapma gibi uzun vadeli planlar yapma konusunda çekimser davranması üzerine Lim ve Nakamoto (2008) tarafından 25 kuşaklık bir genogram oluşturulmuştur. Oluşturulan genogram incelendiğinde japon kadının ailesinde ölenlerin büyük bir kısmının kanser dışı sebeplerle öldüğü görülmüş; gerçeklerin açıklığa kavuşmasıyla kadının kaygısı ortadan kalkmıştır (Lim ve Nakamoto, 2008). Bunun gibi durumların yanında genogramlar psikolojik hastalıkların tespiti, madde bağımlılıklarının tespiti vb. yünüyle ruh sağlığı uzmanları; danışanının problemini çözmek amacıyla aile bireyleri üzerine yapılacakların planlanmasında sosyologlar; evlilik terapisi uygulamalarında aileler arası kültürel farklılıkları gösterip tartışılmasında evlilik terapistleri vb. tarafından çok farklı amaçlarla kullanılmaktadır.

Genogramı oluşturan kişinin hangi sembolün neyi temsil ettiği (Örneğin X: Ölüm gibi), bireyler arası ilişkilerin nasıl gösterildiği gibi çizim bilgilerini bilmesi, yeterli büyüklükte kuşağı ve doğru özellikte aile bireylerini temsil etmesi, bireylerin doğru sıralama ile verilmesi gibi kurallara dikkat etmesi gerekmektedir (Örs ve Öngel, 2019). Bu bağlamda incelenecek olan duruma ilişkin kişilere yöneltilecek olan sorular, kişilerin tespit edilen sosyodemografik, karakteristik vb. özelliklerinin genogram dizaynında önemi büyüktür (Butler, 2008). Öte yandan genogramların oluşturulması, durumun görselleştirilmesini, incelenen durumların ilişkilendirilmesi ve yorumlanması sürecinde uzamsal yetenek kullanımını gerektirmektedir. Steiner ve ark. (2014), sosyal hizmet uzmanlarının genogramlar, eko-haritalar vb. oluşturarak farkında olmadan çeşitli şekillerde uzamsal yeteneklerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Sosyal hizmet eğitimcilerinin genogramların öğrencilerin uzamsal düşünmelerini içerdiğini vurgulayarak öğrencilere uzamsal yeteneklerini nerelerde kullandıklarını fark ettirmeleri ile onların uzamsal yeteneği etkili bir uygulama aracı olarak kullanabileceklerine dikkat çekmişlerdir.

Moleküler biyoloji alanında sıkça yapılan uygulamalardan bir diğeri de farklı türler veya tür içinde farklı canlıların benzerlik ve farklılıklarına göre birbirleri ile karşılaştırmayı sağlayan, aralarındaki evrimsel ilişkiyi gösteren filogenetik diyagramları oluşturma ve yorumlamadır (Şekil 8).



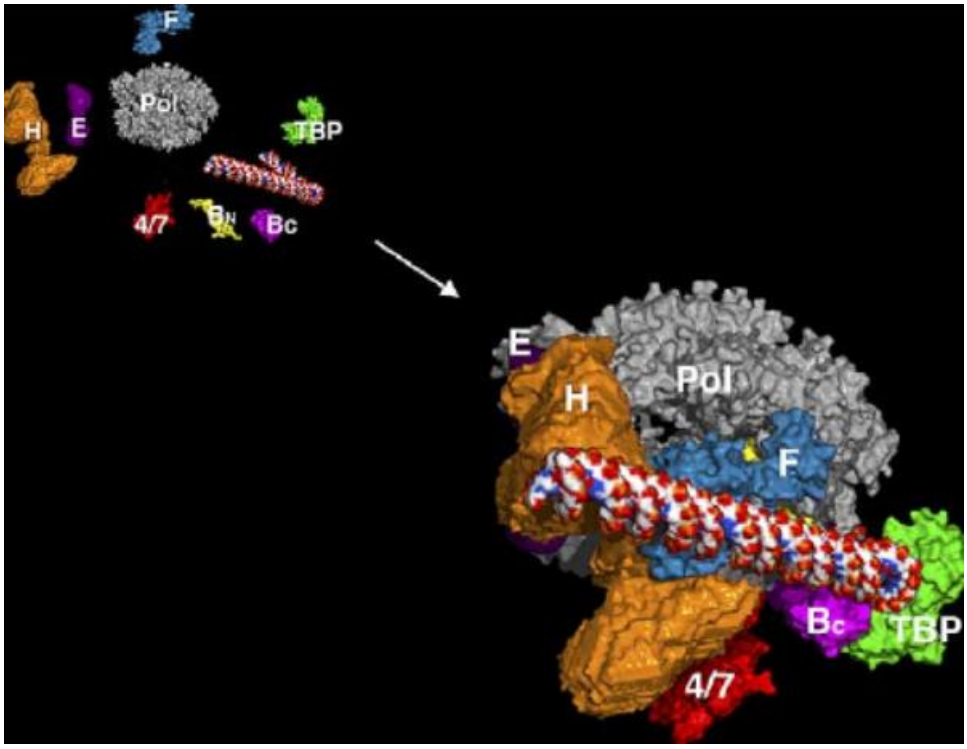
Şekil 8. Filogenetik Diyagram Örneği (Sandvik, 2008)

Kişinin bir filogenetik diyagram oluşturabilmesi veya oluşturulmuş bir diyagramı yorumlaması için aşağıda belirtilen bir takım bilgi ve becerilere sahip olması gerekir (Futuyma, 2008; Johnson, 2011):

- Diyagramda bulunan harflerin canlı türlerini temsil ettiğini bilmek
- Her bir düğümün belli bir tür gen sekansını temsil ettiğini bilmek
- Diyagramdaki yakın dallanmaların farklı türler için ortak atadan yakın zamanda türemiş olanları temsil ettiğini; aynı türe ait farklı bireyler için ise birbirine en benzer dizime sahip genlere sahip olanları temsil ettiğini bilmek
- Dallar arasındaki mesafeye bağlı olarak aradaki benzerlik ve farklılıkların açıklandığını bilmek.
- Düğüm noktaları arasındaki türetilmiş özelliklerin, özelliğin sağında kalan tüm türler tarafından paylaşılırken, solunda kalan hiçbir organizmada bulunmadığını bilmek.

Uzmanlar dahi bu gösterim biçimini yanlış yorumlama eğilimindedir (Matuk ve Uttal, 2020). Bu sebeple yukarıda belirtilen bilgilere ek olarak bireylerin bu diyagramı, oluşturabilmesi ve yorumlayabilmesi onların görsel ve uzamsal yeteneğe sahip olmalarını gerektirir (Takayama, 2005).

Moleküler genetik uygulamalarında kod dizilerinin 3D görüntülerinin çıkarılması ve bunun sonucunda yorumlanmasına da çalışmalarda sıkça rastlanmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Elektron Mikroskobisi ve X-Işını Kırınımı Birleştirilmiş Sonuçlarına göre RNA Polimeraz II'nin Transkripsiyon Başlatma Kompleksi (Boeger ve ark., 2005).

3D yapılardaki bilgi herhangi biyolojik bir yapıya karşılık gelir. Şekil 9'da bulunan yapı RNA polimeraz II ve transkripsiyon faktörlerinin başlangıç kompleksini temsil etmektedir. Kompleksi oluşturan faktörlerin dizileri (2D temsilleri) arasında farklılıklar farklı renklerle kodlanarak gösterilmektedir. Kompleks incelendiğinde uçlar arasında renk geçişleri ve bu renk geçişlerinin derecesi, dizilerin aralarındaki farklılıkları göstermektedir. Böylece transkripsiyonda önemli yeri olan bileşenlerin 3D somut bir modeli oluşturulmuş olur. Bireyler DNA dizilerindeki harflerin proteinleri temsil ettiği gibi soyut verileri görsel bağlamda inceleyerek uygulama, analiz ve sentezlemeye başlayabilir. Şekil 9'daki gibi 3D görselleştirmelerin anlamlandırılması sürecinde ise görsel ve uzamsal yetenekten faydalanılır. Ayrıca kodlanmış diziler yani 2D temsiller ile 3D temsiller, aynı bilgileri içermelerine rağmen öğrenciler tarafından farklı çıkarımlarda bulunulabilmektedir. Bunun sebebi bunları yorumlarkenki uzamsal yetenek sürecinin farklılaşmasıdır (Takayama, 2005). Ferk ve ark. (2003), gitgide karmaşıklaşan problemleri çözme ve ileri bilişsel işlemlerin üstesinden gelinebilmesi için 3D yapıların doğru algılanması gerektiğini vurgulamıştır.

Bunlara ek olarak Allen (1991), bireylerin yalnızca 3D modelleri zihinlerinde canlandırmalarının yeterli olmadığı, 2D ipuçlarından 3D ilişkileri çıkarmak için ustalaşmaları gerektiğine dikkat çekmiştir.

Tüm bunlardan hareketle uzamsal yeteneğin, genetik konularını öğrenme sürecine gömülü olduğu söylenebilir. Modellemenin bir faydası da uzamsal yeteneğin gelişmesini sağlamasıdır. Bu noktada bir sonraki bölümde uzamsal yetenek üzerine incelemeler sunulacaktır.

2.3. Uzamsal Yetenek

2.3.1. Uzamsal yetenek nedir?

Evrimsel zaman çizelgesinde günümüzden yaklaşık 2 milyon yıl geriye doğru gidildiğinde, alt paleolitik dönemde yaşayan eski insan türlerinden Homo Habilis'in kesme, kazma gibi amaçlara yönelik Olduvan taş teknolojisi olarak adlandırılan yöntemle araçlar yaptığı tespit edilmiştir. "Bizi diğer canlılardan ayıran bu alet yapma yeteneği ile Homo Habilisler bunu nasıl başarmış olabilir?" sorusu akla gelebilir. Bunun için ilk olarak yapacağı aleti işlevine uygun olacak şekilde bir şeklin formlarını hayal etmiş, basit çakılların tek veya iki yüzeyinden yonga çıkartarak keskin kenarlı taş aletlerini üretmiş, inşa etmiş olabilirler (Şimşek, 2017).

Günümüzde ise en basitinden 'kolay monte edilebilir' denen mobilyaların kurulumunu yaparken, bilmediğimiz bir yerde navigasyon-harita kullanırken, arabayı park ederken, evimizin iç dizaynını yaparken, eşyaları koyacağımız kutunun yeterince büyük olup olmadığına karar verirken, pasta yaparken gerekli malzemenin gramajlarını tahmin ederken, hava durumu tahmininde bulunurken, yer yön tarif ederken farkında olmasak da kullandığımız, Homo Habilislerde olduğu gibi bir takım beceriler vardır. Bu beceri uzamsal yetenek olarak adlandırılır. Yukarıda bahsedilen durum bize uzamsal yeteneğin aslında çok eski zamanlara dayandığı (evrimsel olduğu), uyarlanabilir olduğu ve hayatın birçok alanında farkında olmadan da olsa kullanıldığının bir göstergesidir.

Literatür incelendiğinde uzamsal yeteneğin farklı kavramlarla ifade edildiği görülmektedir. Yabancı literatürde spatial ability, visual-spatial ability, spatial intelligence, spatial skill vb.; Türkçe literatürde mekânsal yetenek, uzamsal zeka, görsel-uzamsal zeka, uzamsal düşünme, uzamsal görselleştirme gibi kavramları birbirleri yerine kullanılmaktadır. Uzamsal yeteneğin

farklı şekillerde isimlendirilmesinin sebebi uzamsal yeteneğin alt bileşenleri ve tanımı üzerine araştırmacıların ortak bir fikre varamamalarıdır. Örneğin Jones (2001) insanların sözel ve uzamsal olmak üzere iki biçimde düşündüğünü belirtmiştir. Sözel düşünme, sembollerle ve kelimeler arası ilişkiler kurarak fikir oluşturma işlemidir; uzamsal düşünme ise nesnelerin arasında ilişki kurarak fikir oluşturma işlemidir. Carroll (1993)'a göre uzamsal yetenek, bireyin zihninde bir bilgiyi kodlaması, gerektiğinde onu geri çağırması, zihninde veya eline bir kalem alıp görüntü üzerinde oynayarak başka bir görüntüye çevirme veya bir başka görüntü ile eşleştirebilme yeteneğidir. Sorby ve ark. (2005) ise uzamsal yeteneği, kişinin zihnindeki nesneleri ve durumları görselleştirme ve bu görüntüleri manipüle etme yeteneği olarak tanımlamıştır. Bunlardan hareketle uzamsal yetenek bireyin nesneleri veya durumları zihninde görsel olarak canlandırması, aklında tutması, boyutlandırma ve döndürme gibi düzenlemeler yapması, yeni görüntüler oluşturması olarak tanımlanabilir (Lohman, 1993). Buna ek olarak, bireyin matematiksel bir problemi çözerken verilenleri zihninde organize edip açıklayıcı görseller oluşturmasını, sözel problemlerle karşılaştığında verilenleri zihninde canlandırarak gerekli ilişkileri kurmasını, oluşturduğu şekilleri parçalarına ayırıp bütünleştirmeyi, verileri tablo ve grafik haline getirerek yorumlamasını sağlayan bir beceri olarak da ifade edilebilir (Turgut, 2010).

Yaşadığımız Dünya uzayda var olan bir gezegendir. Dolayısıyla Dünya'da mekân söz konusudur. Bu temel gerçek göz önüne alındığında nesnelerin bir derinlik, uzunluk ve genişliğe sahip olduğu ve nesnelerin diğer nesnelere göre yönelimi, yönü, yeri, yörüngesi olması ve boyutları vb. bakımından uzamsal yapıda oldukları sonucu çıkmaktadır. İnsanlar bu uzamsal bilgi ile zihinlerinde dönüşüm gerçekleştirip fiziksel dünyayı manipüle ederek inşa eder (Newcombe ve Frick, 2010). Gündelik hayatın devamının sağlanması ve günümüzde gelinen noktada olunmasının bir sebebi farklı iş kollarında görev yapan kişilerin bu beceriyi kullanmalarıdır. Uzamsal yetenek bilim yapma sürecinin örtük fakat yine de önemli bir parçasıdır. Hatta bilimin merkezinde olduğu söylenebilir (NRC, 2006). Dahası fen ve matematik alanlarında yaratıcı ve üst düzey düşünmeyle ilişkili olarak uzamsal yeteneğin önemi büyüktür (West, 1991).

Geçmişteki birçok seçkin bilim insanı ve sanatçının şizotemik özellik (disleksi gibi) gösterdikleri bilinmektedir. Matematikte Kopernik, Newton(aynı zamanda fizikte), Kepler; fizikte Einstein, Faraday, Pascal, Ampere, Boyle, De Broglie, Maxwell, Herts, Heisenberg; ressamlardan Da vinci, Van Gogh, Picasso; mucitlerden Tesla, Edison; biyolog Mendel, Darwin; kimyacı Arrhenius, Gay lussac, Pasteur… Bu insanların fizik, matematik gibi

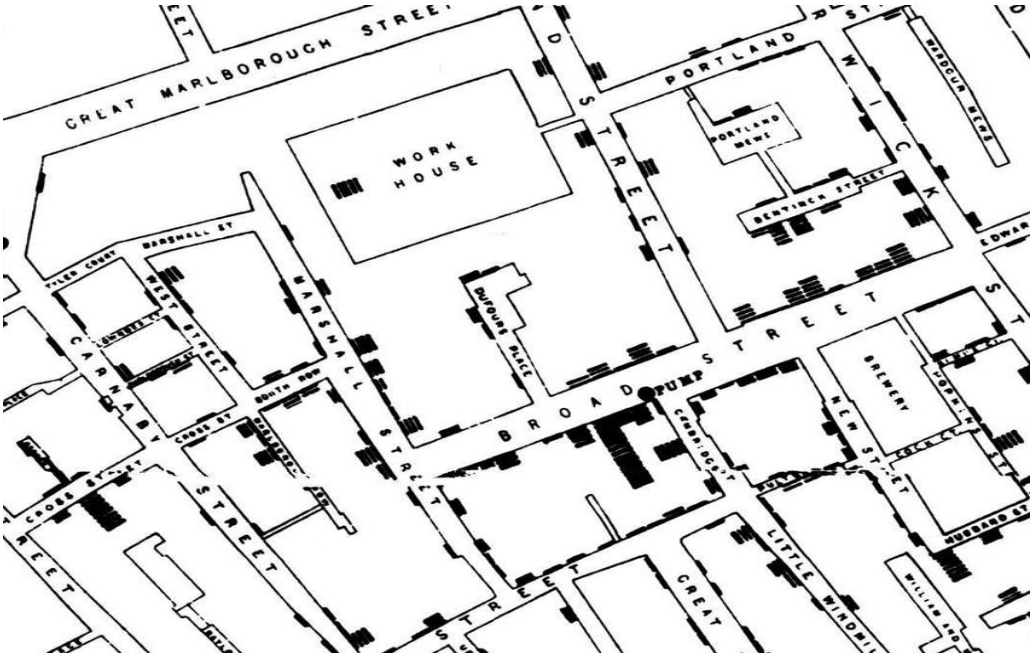
alanlarda başarılı olmasının altında yüksek uzamsal yeteneklerinin olduğuna dair işaretler vardır (Smith, 1964, ss. 320-338). Bunlardan biri olan ve fizikte devrim yaratan Einstein 1894-1895 yıllarında-16 yaşında- Belçika Antwerp'te yaşayan amcasına bir mektup ve *'Manyetik Alanda Eter Durumunun Araştırılması'* başlıklı ilk bilimsel makalesini göndermiştir (Mehra, 2001). Makalesinde Einstein, akım taşıyan telin etrafına ışık ışınları göndererek eterin elastik deformasyonlarını tespit etmek için bir yöntem önermiştir (Einstein, 1951; akt. Mehra, 2001). Einstein, buna bir ışık demetinin peşinden aynı hızda uzayda koştuğunda ne gözlemleyebileceğini hayal etmesi yani meşhur düşünce deneyi (gedanken experiment) sonucu ulaşmıştır. Bu düşünce denemesinden elde ettiği bilgiler ile özel görelilik teorisini geliştirmiştir (Mehra, 2001). Aynı şekilde alternatif akım güç sistemini oluşturan Nicola Tesla'da, icatlarını inşa etmeden önce hayal ederek aklında görselleştirmiş ve mekanizmaları çalıştırma deneyleri yapmıştır. Tüm bunlar onların olağanüstü bir uzamsal yeteneğe sahip olduğunun bir kanıtıdır ve onların bilgiyi kelimeler veya sayılar yerine zihinlerinde görseller açısından işlediğinin bir göstergesidir (West, 1991). Bir sonraki bölümde uzamsal yeteneğin kapsamının, meslek hayatındaki yerinin ve öneminin daha iyi anlaşılması adına incelemelere yer verilmiştir.

2.3.2. Uzamsal yeteneğin kapsamı, meslek hayatındaki yeri ve önemi

Vücut yapıları doğrudan gözle görünemeyebilir. Bunun için doktorların bunları uzamsal zihinsel modellemeleri gerekir ve ultrason, MRI gibi görüntüleme cihazlarında üretilen görüntüleri de anlamaları gerekir. Bu gibi önemli beceriler için akıllara tıp eğitimi alacak olan insanların uzamsal yetenek testleri kullanılarak seçilmeleri gerekip gerekmediği sorusunu getirmekte ve tartışmalara sebep olmaktadır (Graham ve Deary, 1991). Bu konuda kimi ülkelerde diş hekimliği alanında eğitim görebilmek için sınav şartı getirilmiş, yalnızca *'Dental Kabul Testini'* geçenlere bu eğitimi alma hakkı verilmiştir (Ranney ve ark., 2005). Jeobilimciler kıtaların kayması gibi Dünya'nın oluşumunu etkileyen olayları, mühendisler karşılaştıkları problemleri ve bunlara çözüm olarak üretilen mekanizmaları ve bu mekanizmayı oluşturan parçaların birbirleri ile olan etkileşimini, mimarlar yapmayı planladıkları yapıları görselleştirmekte uzamsal yeteneklerini kullanmaktadır. Uzamsal yetenek pilotların uçuş performanslarını belirleyen önemli faktörlerden de biridir. Amerika, Kanada, Japonya gibi ülkelerde bazı test sonuçlarına bakılarak pilotlar seçilmektedir. Bu testlerden biri olan *Air Force Officer Qualifying Test* (AFOQT) ile adayların uzamsal yeteneklerinin de içinde olduğu çoklu yetenek testi uygulanmaktadır (Ree ve Carreta, 1998). Tıp, diş hekimliği, pilotluk, kimya, mühendislik, jeoloji vb. meslekleri içine alan STEAM

(Science-Technology-Engineering-Arts-Mathematics) alanlarındaki meslek gruplarının eğitimi ve mesleklerini devam ettirme sürecinde başarılı olmada uzamsal yeteneğin önemli bir rol oynadığı birçok çalışma ile desteklenmektedir (Dror ve ark., 1993; Hegarty ve ark., 2009; Wanzel ve ark., 2003).

Bir örnek de insan hayatının her alanına giren mekânsal konumların analizini, 3D mekanlar ve haritalarda görselleştirme yapmayı sağlayan CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ve tıbbi coğrafyanın kurucusu olarak kabul edilen Londralı Doktor John Snow'un 1854 yılında yaşadığı ve çevre kirliliği sorunu olan Soho mahallesinde yayılım şekli bilinmeyen büyük bir kolera salgınının başlaması olayıdır. Snow (1855) ilk olarak kolera salgınından ölenlerin adreslerini, çizilen harita üzerinde her bir ölüm için bir siyah çizgi olmak üzere her evde kaç kişi öldüğüne dair çizim yapmış ve Şekil 10'daki *'1854 Kolera Salgını Haritasını'* oluşturmuştur. Snow, kolera salgınının nedenini bulmaya çalışırken elde ettiği ham verilerini; suya ulaşabilme, yoksulluk gibi değişkenlerle ilişkilendirip haritalandırarak analiz etmiştir. Harita üzerinde bulunan siyah noktalar su pompalarını temsil etmektedir. Verilerin görselleştirilmesiyle mahalleye su sağlayan pompaya kolay erişimi olan caddelerin en yüksek ölüm oranına sahip olduğunu doğrulamıştır. O bölgedeki salgının kaynağını haritada göründüğü gibi Broad Caddesinde bulunan su pompası olarak tanımlamıştır. Bunu kolera ölümlerini eşleştirerek yapmış ve ölümlerin çoğunlukla suya en yakın erişimi Broad Street pompası olan insanlar olduklarını kaydetmiştir. Bunun üzerine Snow, o bölgede yaşayan insanlara durumu anlatmış ve onları su pompasının kolunu kaldırarak devre dışı bırakmaya ikna etmiştir. Daha sonra pompadan gelen suyun aslında yakındaki bir mezardan gelen kolera ile kirlenmiş kanalizasyonla kirlendiği tespit edilmiştir. John Snow sadece Broad Street'teki su pompaları üzerine değil, diğer bölgelerdeki su pompaları üzerine de araştırma yapmıştır. Oralarda da kolera salgınlarını kaydetmiş, insanları nehrin kanalizasyonla kirlenmiş bölümlerinden su aldıklarını ve bunun da kolera salgınının yayılmasına sebep olduğunu göstermiştir. Snow bu şekilde salgının daha fazla yayılmasının önüne geçmiştir.



Şekil 10. John Snow'un 1854 Kolera Salgını Haritası (Snow, 1855)

Snow'un kolera salgını haritalandırması örneğinde olduğu gibi haritaların bize yalnızca yol bulmamıza yardımcı olan araçlar değil, insanların sorunları çözmek için vb. amaçlarla da kullanabileceği bir araç olduğunu göstermektedir. Örneğin; kasırga tehlikesi olan bir bölgeyi veya Çernobil'de yıllar önce yaşanan nükleer felaket sonrası yayılan radyasyonun etki alanının hesap edilerek o bölgelerin boşaltılması, son zamanlarda tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 virüsünün yayılım alanı, hangi insanların enfekte olduğu, o insanların hangi bölgelerde yaşadığı gibi bilgiler geliştirilen bu tarz uygulamalarla görülebilmektedir. Bunun dışında haritalarla doğal, ekonomik vb. kaynakların dağılımları, ekosistemlerin izlenmesi, nüfus yoğunluğu, deprem fay hatları gibi değişkenler hakkında bilgilere de ulaşılabilir.

2.3.3. Uzamsal yeteneğin fen eğitimindeki yeri, önemi ve geliştirilmesi

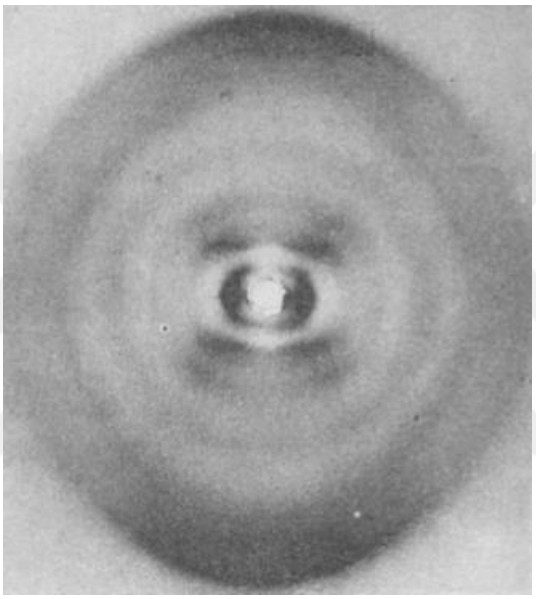
Önemli olan bu yeteneğin geliştirilebileceği çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Sorby ve Baartmans, 2000; Şişman ve ark., 2020). Yapılan çalışmalar fen başarısı ile uzamsal yetenek arasında pozitif yönde ilişki olduğunu gösterse de (Bodner ve McMillen, 1986) fen eğitimi alanında diğer alanlara kıyasla çok daha az sayıda çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Bu durum fen eğitiminde uzamsal yeteneğe gereken değer verilmediğini göstermektedir. Black (2005) geleneksel eğitimde uzamsal yeteneğin ihmal edildiğini belirtmiştir. Lubinski (2010)'da uzamsal yeteneği 'uyuyan dev' olarak isimlendirmiş ve çok önemli bir yetenek olsa da ABD'de eğitim öğretim sürecinde tamamen ihmal edildiğini ifade etmiştir. Ayrıca Black (2005), sözel yeteneği zayıf olan öğrenciler pratik yaptırılarak sözel yeteneklerini

geliştirse de uzamsal yetenek adına böyle bir uygulamanın yapılmadığını belirtmiştir. Bu durumun uzamsal yeteneği zayıf olan öğrencilerin ortaokul, lise gibi seviyelerde gördükleri konularda zorlanmalarına ve bunun sonucunda öğrencilerin fen alanıyla ilişkili disiplinlerde çalışma fikrini terk edebileceklerini iddia etmektedir.

Uzamsal yeteneğin fenin bir disiplini olan biyoloji alanında önemli bir yeri vardır. Bunu Rosalind Franklin ve Maurice Wilkins ile birlikte DNA molekülünün yapısını keşfeden James Watson ve Francis Crick'in çalışması örneklemektedir. Rosalind Franklin ve Maurice Wilkins X-ışını kırınımı üzerine çalışıp bir maddenin atomlarına gönderdiği X-ışınlarının kırınımı ile onların kristal yapılarını görülebilir hale getirmişlerdir. Franklin bu yöntem ile DNA'nın X-ışını kırınımından üretilmiş DNA'nın antiparalel çift sarmal yapıda olduğunu gösteren 2D resmini (Şekil 12) elde etmiştir. Watson ve Crick (1953) Nature dergisine gönderdikleri makalelerinde, önerilen diğer DNA yapılarını inceleyip yetersiz olduğunu göstermiş, "Deoksiribonükleik asit tuzu için kökten farklı bir yapı ortaya koymak istiyoruz" diyerek kendi modellerinden bahsetmişlerdir. Bu radikal model bugünkü çift sarmal yapıdır. Bu süreçte farklı denemeler yapan Watson ve Crick önce üçlü heliks yapıda bir model geliştirmeye çalışmış fakat bunun yanlış olduğunu anlamışlardır (Watson, 1993). Ardından o dönemde yapılan diğer çalışmaları ve Rosalind Franklin'in elde ettiği 2D resmi incelemiş, 2D resmi kendi bilgileri ve uzamsal yetenekleri doğrultusunda yorumlamışlardır. Yorumlamaları sonucunda DNA'nın replikasyonunu açıklamak üzere Pauling'in modelinin aksine bazların moleküllerin iç tarafında yer aldığı ve hidrojen bağlarının bazların arasında kurulduğu DNA'nın 3D modelini (Şekil 11) geliştirmişlerdir. Bu süreçte bazların eşlenmesi kısmında hatalar yapmışlardır ve sonrasında Watson A-T ve G-C baz çiftlerinin aynı uzaysal yapıya sahip olduğunu keşfetmiş (Watson, 1993) ve oluşturdukları yapı ile -günümüzde kabul gören- mükemmel bir çift sarmal DNA modeli oluşturmuşlardır. Watson (1993) DNA'nın yapısının keşif sürecini anlattığı kitabında edindiği bilgilere göre DNA'nın nasıl kıvrıldığı, şeker-fosfat iskeleti ve baz konumları gibi DNA'nın 3D modeli üzerine sürekli hayaller kurduğunu-zihinde canlandırmalar yaptığını belirtmektedir. Watson ve Crick'in diğer DNA modellerini inceleyip, yanlışlarını ortaya koyup, 2D resmi anlamlandırdıkları, DNA'nın yapısındaki bazların yönelimlerini vb. keşfettikleri bu süreç, büyük ölçüde uzamsal yetenek kullanımını içermektedir. Dolayısıyla Watson ve Crick'in uzamsal yeteneklerinin de kendi makalelerinde bahsettikleri gibi oluşturdukları "radikal" modellerinin ortaya çıkmasında etkili olduğu sonucu çıkarılabilir.



Şekil 11. James Watson ve Francis Crick Tarafından Oluşturulan Çift Sarmal Yapılı DNA Modeline Ait Çizim



Şekil 12. Rosalind Franklin Tarafından DNA'nın X Işını Kırınımı Sonucu Üretilen 2D Fotoğrafı

Uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik çalışmalar incelendiğinde el koordinasyonu gerektiren faaliyetler ve bilgisayar yazılımlarının, bu becerilerin geliştirilmesinde etkili olduğu görülmektedir (Gerson ve ark., 2001). Sorby (2009), uzamsal görselleştirme veya nesnelerin karmaşık zihinsel manipülasyonunu gerçekleştirme yeteneğinin teknoloji ile ilgili çeşitli disiplinlerde başarının bir göstergesi olarak kabul edildiğini ve teknoloji değiştikçe uzamsal yeteneğin değerinin artacağını ifade etmiştir. Bu sebeple uzamsal yetenek üzerine eğitime dikkat edilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir.

Tüm bunlar uzamsal yeteneğin fen eğitiminde önemli bir yeri olmasına rağmen insanlar tarafından yeteri kadar bilinmemesi sebebiyle değer görmediğini göstermektedir. Dahası bu durum uzamsal yeteneğin fen müfredatında olması gereken yerde olamamasına sebep

olmaktadır. Bu noktada bir diğer bölümde TYS modeli, modelleme ve uzamsal yetenek üzerine yapılan çalışmalara yer verilecektir.

2.4. İlgili Çalışmalar

TYS öğrenme modelinin ne olduğu, nasıl uygulandığı, uygulama sürecinde öğretmenin rolü, sağladığı avantajlar, sınırlılıkları ve sınırlılıklarına karşı geliştirilen çözüm önerilerinin ne olduğu, modellemenin ve uzamsal yeteneğin ne olduğu, birbiri ile olan ilişkisi, uzamsal yeteneğin eğitimde ve meslek hayatındaki yeri ve önemi üzerine bir önceki bölümde örneklerle birlikte açıklamalara yer verilmiştir. Bu bölümde alt problemlerin detaylı analizi için TYS modeli, modelleme ve uzamsal yetenek alanlarında yapılan çalışmalar incelenmiştir.

2.4.1. Ters yüz sınıf modeli üzerine yapılan çalışmalar

2019 yılının sonlarında COVID-19 salgınının başlaması ve tüm dünyayı etkisi altına alması sürecinde eğitimde dijitalleşme hareketleri hızlanmış, eğitimde aksaklığın önüne geçilmesi için türlü denemeler yapılmıştır. TYS modeli bu süreçte uygulanabilecek bir öğrenme modelidir ve bu doğrultuda kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bundan hareketle bu bölümde TYS modeli üzerine yapılan çalışmalara ve bu çalışmaların sonuçlarına yer verilmiştir.

Baepler ve ark. (2014), sınıf alanı kullanımının daha verimli bir yolunu bulmak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarını yarı deneysel desene göre tasarlamışlardır. Çalışmanın katılımcılarını Genel Kimya dersini belirlenen üç farklı dönemde alan lisans öğrencileri oluşturmuştur. Kontrol grubundaki öğrenciler 2012 yılı bahar döneminde dersi alan 350 öğrenciden oluşmuş ve dersler haftada üç kez olmak üzere toplamda 150 dakika süren, geleneksel öğrenme modeline göre işlenen büyük amfide gerçekleştirilmiştir. Bir sonraki dönem olan 2012 yılı güz döneminde deney grubu her sınıfta 117 kişi olacak şekilde üç alt gruba ayrılmış ve TYS modeline göre haftada bir kez 50 dakika süren- sınıf içinde geçirilen sürenin %66 azaltıldığı- derse katılmıştır. Uygulama olarak sınıf içerisinde küçük gruplar halinde etkinlikler yapılmış, sınıf dışında ise ders öncesi paylaşılan çevrimiçi içeriklerle öğrenmeleri gerçekleştirilmiştir. Bunlara ek olarak başka bir deney grubu 2013 bahar döneminde tekrar TYS modeline uygun olarak aynı uygulamayı yapmıştır. Çalışmanın verileri öğrencilerin akademik başarılarını ölçmek için American Chemical Society (ACS) tarafından geliştirilen 20 maddeden oluşan çoktan seçmeli *Genel Kimya Başarı Testi* ve TYS'nin öğrencilerin öğrenme deneyimi üzerine olan etkisini değerlendirmek amacıyla 32

maddeden oluşan bir anket kullanılarak toplanmıştır. Çalışmanın sonuçları TYS modeline göre derslerin işlendiği deney grubu öğrencilerinin başarı puanlarının geleneksel modele göre derslerin işlendiği grubun başarı puanlarına göre anlamlı düzeyde yüksek olduğunu ve TYS modeli ile işlenen derslerde öğrencilerin öğrenme ortamına ilişkin algılarında iyileşme görüldüğünü göstermektedir.

Schultz ve ark. (2014), TYS'nin lise kimya öğrencilerinin akademik başarıları ve algıları üzerine etkilerini incelemiştir. Karma yönteme göre dizayn ettikleri araştırmalarının nicel kısmında yarı deneysel desen kullanmışlardır. Çalışmanın kontrol grubu bir devlet lisesinde 2011-2012 öğretim yılında öğrenim gören 32 öğrenciden, deney grubu ise aynı lisede bulunan ve 2012-2013 öğretim yılında öğrenim gören 29 öğrenciden oluşmaktadır. Kontrol grubu ile dersler geleneksel yönteme göre işlenirken deney grubunda TYS'ye göre işlenmiştir. Öğrencilerin akademik başarıları bölüm ve final sınavları ile ölçülmüş, öğrenci algıları ile ilgili veriler anketler yoluyla toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda TYS modeli ile öğretimin gerçekleştirildiği deney grubunun akademik başarı puanları kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek çıkmıştır. Çalışmanın sonuçları öğrenci algıları açısından incelendiğinde çoğu öğrencinin TYS modelini tercih ettiği yani öğrenci algılarında artış olduğu anlaşılmaktadır.

Çakır ve Yaman (2018) yaptıkları yarı deneysel çalışmada ortaokul 7.sınıf fen bilimleri dersinin TYS modeline göre işlenmesinin öğrencilerin akademik başarısı ve bilgisayarca düşünme becerilerine olan etkilerini incelemiştir. Katılımcılar 27'si kontrol grubunu ve 26'sı deney grubunu oluşturacak şekilde toplamda 53 ortaokul 7.sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Çalışmanın deney grubu ile dersler TYS modeline göre işlenirken kontrol grubunda öğretmen merkezli, geleneksel öğrenme modeline göre dersler işlenmiştir. Çalışmanın verileri "Kuvvet ve Hareket" ünitesini kapsayacak şekilde hazırlanmış 20 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan akademik başarı testi ve toplam 5 alt boyut ve 22 maddeden oluşan Korkmaz, Çakır ve Özden (2015) tarafından geliştirilen *Bilgisayarca Düşünme Becerileri ölçeğinin* ön test ve son test olarak uygulama öncesi ve sonrası öğrencilere uygulanmasıyla toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda TYS modeline göre öğrenim gören öğrencilerin fen başarı puanlarının geleneksel öğrenme modeline göre öğrenim gören öğrencilerin fen başarı puanlarına göre anlamlı düzeyde yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin bilgisayarca düşünme ölçeğinden aldıkları puanlar karşılaştırıldığında TYS modeline göre öğrenim gören öğrencilerin puanlarının diğerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha yüksek çıktığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yurtlu (2018), Fen Bilimleri dersinin TYS modeline göre işlenmesinin fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına olan etkisini ve TYS modeline karşı görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla yaptığı yarı deneysel desendeki çalışmasının katılımcılarını 20'si deney ve 21'i kontrol grubunu oluşturan toplamda 41 2.sınıfta öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Uygulama sürecinde deney grubunda TYS modeline göre, kontrol grubunda ise geleneksel öğrenme modeline göre dersler işlenmiştir. Çalışma karma yönteme göre tasarlanmış, araştırmanın verileri nitel ve nicel yöntemler kullanılarak toplanıp, analiz edilmiştir. Nicel veriler "Genel Kimya IV" dersi uygulama öncesi ve sonrası ön test ve son test olarak uygulanan ve "Alifatik Hidrokarbonlar" konularını içeren 30 sorudan oluşan akademik başarı testi ile toplanmış, nitel veriler ise uygulama sürecinde deney grubundan 11 erkek ve 9 kız öğrenci ile 9 adet açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak toplanmıştır. Çalışmanın sonucunda TYS modeline göre derslerin işlendiği deney grubuna ait başarı puanlarının kontrol grubuna ait başarı puanlarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca TYS modeline karşı öğrencilerin olumlu görüş, ilgi ve tutuma sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Mutlu ve Aydın (2018), fen bilgisi öğretmen adaylarının TYS modeli farkındalıklarının ve hazırladıkları sınıf dışı içeriklere yönelik görüşlerinin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarını bir durum çalışması olarak dizayn etmişlerdir. Çalışmanın katılımcılarını 6'sı erkek 20'si kadın olmak üzere toplamda 26 dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcıların TYS modeline ilişkin farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla araştırmacılar tarafından hazırlanan anket formu uygulama öncesinde katılımcılara uygulanmıştır. Uygulama sürecinde ise öğretmen adayları 3-4 kişilik 6 gruba ayrılmış ve her bir gruptan fen bilimleri kazanımlarına uygun sınıf dışı etkinlikler tasarlamaları istenmiştir. Uygulama sonrası öğretmen adaylarının hazırlanan etkinlikler hakkında görüşlerinin tespit edilmesi için anket formu tekrar uygulanmıştır. Bunlara ek olarak 7 öğretmen adayı seçilmiş ve odak grup görüşmesi yapılmıştır. Elde edilen veriler Nvivo yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları öğretmen adaylarının TYS modeline ilişkin başlangıçta bilgi sahibi olmadığını göstermektedir. Öğretmen adaylarının TYS modeline uygun olarak oluşturdukları sınıf dışı içeriklere yönelik görüşleri ise sınıf dışı kullanılan içeriklerin sınıf içi uygulamalar için zaman kazandıracağı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayacağı yönünde olmuştur.

Aksoy (2020)'un TYS modeline göre işlenen fen bilimleri dersinin 7.sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve zihinsel risk alma becerilerine olan etkilerini incelemek ve

öğrencilerin uygulama hakkında görüşlerini tespit etmek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmasının katılımcılarını rastgele belirlediği 21'i deney grubu ve 22'si kontrol grubunda bulunmak üzere toplamda 43 ortaokul 7.sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Yarı deneysel modelin kullanıldığı çalışma karma yönteme göre tasarlanmıştır. Uygulama sürecinde deney grubu ile işlenen dersler TYS modeline göre, kontrol grubu ile işlenen dersler ise geleneksel öğrenme modeline göre işlenmiştir. Nicel veriler deney ve kontrol grubundaki öğrencilere uygulama öncesi ve sonrası ön test ve son test olarak uygulanan araştırmacı tarafından geliştirilmiş 15 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan 'Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması Ünitesi Başarı Testi' (AYISÜBT), Beghetto (2009) tarafından geliştirilip Yaman ve Köksal (2014) tarafından Türkçe' ye uyarlanan ve likert tipinde 18 maddeden oluşan 'Zihinsel Risk Alma Ölçeği' (ZRAÖ) ile toplanmış, nitel veriler ise başarı testinden elde edilen puanlara göre belirlenmiş alt, orta ve üst seviyelerdeki deney grubunda yer alan 2'şer öğrenciyle uygulama sonrası iki adet açık uçlu sorudan oluşan 'Ters Yüz Sınıf Uygulamaları Görüş Formu' (TYSUGF) ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda toplanmıştır. Araştırma sonucu elde edilen nicel veriler SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiş ve analiz sonucunda TYS modeline göre dersin işlendiği deney grubu öğrencilerine ait başarı testi puanlarının geleneksel öğrenme modeline göre derslerin işlendiği kontrol grubunun puanlarına göre anlamlı derecede daha yüksek çıktığı, zihinsel risk alma becerisi puanlarının ise deney grubunda artış gösterse de aralarındaki farkın anlamlı düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmanın nitel verilerini oluşturan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucu elde edilen verilerinin içerik analizi sonucunda öğrencilerin TYS modeli ile işlenen derslerin eğlenceli geçtiğini düşündükleri, sınav korkularını yenmelerinde yardımcı olduğu ve onların derse karşı olan ilgilerini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Köse ve Yüzüak (2020), Türkiye'de 2009-2019 yılları arasında fen bilimleri ve matematik eğitiminde TYS modelinin uygulandığı tez ve makale çalışmalarını incelemişlerdir. İncelenen çalışmalar yayımlanan yılları, örneklemi, araştırma yaklaşımı, türü ve öğrenme alanı kapsamında sınıflandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar araştırma türüne göre incelendiğinde makalelerden çok tez çalışmalarının yapıldığını, araştırma yaklaşımı olarak nicel yaklaşıma dayalı çalışmaların çoğunlukta olduğunu göstermektedir. Örneklem yönünden incelendiğinde öğretmenler ile yapılan çalışmaların çok az, öğretmen adayları ve ortaöğretim kurumlarında öğrenim gören öğrencilerle yapılan çalışmaların sayısının diğerine kıyasla fazla olduğu görülmektedir. Yalnızca fen alanında yapılan çalışmalara bakıldığında

9 çalışmanın yapıldığı, yalnızca birinin ortaokulda öğrenim gören öğrencilerle yapıldığı ve bunun da fiziksel olaylar konu öğrenme alanında gerçekleştirildiği; ortaöğretim öğrencileri ile fizik, kimya ve biyoloji alanlarında çalışmalar gerçekleştirilirken öğretmen adayları ile yalnızca kimya alanında çalışmalar yapıldığı tespit edilmiştir. Yıllara göre yapılan çalışmalar incelendiğinde ise fen alanında yapılan çalışmalara ilk olarak 2016 yılında rastlandığı ve günümüzde yapılmaya devam ettiği görülmektedir.

Benzer şekilde Turan (2021), fen eğitiminde TYS modelinin etkililiğini belirlemek amacıyla bir meta-analiz çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde kimya konuları odaklı uygulamalar yapıldığı ve nicel araştırma yöntemlerinin ağırlıklı olarak kullanıldığı görülmektedir. Diğer yandan TYS modeline göre işlenen derslerle öğrenci başarısı arasında anlamlı bir etki büyüklüğü olduğu ortaya çıkmıştır.

2.4.2. Modelleme üzerine yapılan çalışmalar

Modelleme etkinlikleri öğrenenin birden fazla duyusuna hitap etmesi, soyut olguları somutlaştırması, karmaşık olayları basite indirgemesi, kişiye birinci elden deneyim sunması vb. yönleri ile etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan bir aktif öğrenme etkinliğidir. Bu bölümde modelleme etkinlikleri üzerine yapılan çalışmalar ve bu çalışmaların sonuçlarına yer verilmiştir.

Rotbain ve ark. (2006), lisede moleküler genetik konularının öğretiminde model kullanımının genetik kavram ve süreçlerinin anlaşılması üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın örneklemini İsrail'de bulunun bir lisedeki 11. Ve 12. Sınıflarda öğrenim gören 158 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrenciler ikisi deney biri kontrol grubu olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Birinci deney grubu fiziksel-somut modelleme ile, ikinci deney grubu çizilmiş modeller ile ve kontrol grubu ise geleneksel yönteme göre öğrenim görmüştür. Veriler çoktan seçmeli test, açık uçlu yazılı yoklama ve görüşmelerle toplanmıştır. Sonuçlar model kullanan grupların(deney gruplarının) kontrol grubuna kıyasla konuyu daha iyi öğrendiklerini göstermektedir. Ayrıca, açık uçlu yazılı yoklama sonuçlarına bakıldığında fiziksel modellemenin çizilmiş modellere göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Karakuş ve Peker (2015), geometri dersi kapsamında dinamik geometri yazılımı ve somut materyal ile çizim etkinliklerinin sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine olan etkisini inceledikleri yarı deneysel çalışmalarının sonuçları iki grubun da uygulama sonrasında uzamsal yeteneklerinde anlamlı bir artış olduğunu göstermektedir. Öte

yandan iki grubun son-test puanları karşılaştırıldığında arasında anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir.

Kimya eğitimine 3D bilgisayar yazılımını entegre eden Rayan ve Rayan (2017) moleküler görselleştirme ve üç boyutlu simülasyon araçlarının üniversite düzeyindeki kimya derslerine entegre edilmesinin, öğrencilerin kimyaya ilişkin kavramsal anlayışları ve kimya öğrenmeye yönelik tutumları üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarını deneysel desene göre dizayn etmişlerdir. Çalışmalarının katılımcılarını üniversite birinci sınıf öğrencilerinden 22 kişi oluşturmaktadır. Katılımcılar kimya öğrenimi sırasında moleküler modelleme, biyoinformatik, malzeme bilimi, kimya gibi alanlarda kullanılmak üzere tasarlanmış, gelişmiş bir molekül düzenleyici ve görselleştirici olan Avogadro programını kullanan deney grubu ve dersi geleneksel yönteme göre yalnızca ders kitabında bulunan 2D görseller üzerinden öğrenen kontrol grubu olmak üzere iki eşit gruba ayrılmıştır. Çalışmanın bulguları Avogadro yazılımını kimya eğitimine dahil etmenin öğrencilerin kimyaya ilişkin kavramsal anlayışlarını artırmaya ve sınavlardaki performanslarını iyileştirmeye katkıda bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca yazılımın öğrencilerin 3D görsel okuryazarlık ve mikroskobik düzeydeki kimyasal yapılar ile makroskopik düzeyde görülen fiziko-kimyasal özellikler arasındaki bağlantıları anlama yeteneklerinin geliştiği sonucu da çıkmıştır. Avogadro yazılımı kullanımı üzerine öğrencilerin görüşleri incelendiğinde ise öğrencilerin yazılımın kimyayı öğrenmede ve kavramları iyi anlamada yardımcı olduğu ve bu tarz uygulamaların ilk günden kimya öğretimine dahil edilmesi gerektiğini düşündükleri görülmektedir.

2.4.3. Uzamsal yetenek üzerine yapılan çalışmalar

Bilim yapma sürecinin önemli bir parçası olan uzamsal yeteneğin (NRC,2006), farklı meslek hayatlarında ve derslerde başarılı olmada, üst düzey düşünmede önemli bir yeri vardır (West, 1991). Bu yeteneğin önemi ve geliştirilebileceğine dair çalışmalar alanyazında mevcuttur. Bu noktada bu bölümde farklı meslek grupları ve eğitim kademelerinde uzamsal yeteneğin geliştirilmesi ve önemine yönelik yapılan çalışmalara ve bunların sonuçlarına yer verilmiştir.

Waller ve ark. (1998), sanal ortam eğitimi uygulamalarının, insanların sanal bir ortamda edindikleri uzamsal bilgileri, gerçek dünya durumuna aktarabilmelerini gerektirdiği düşüncesinden yola çıkarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında uzamsal bilginin transfer edilmesinde rol alan değişkenleri incelemiş ve sanal ortam eğitiminde mekânsal temsillerin biçimini ve gelişimini tartışmışlardır. Çalışmalarına toplamda 121 denek katılmıştır. Tüm deneklere başlangıçta Guilford Zimmerman'nın standartlaştırılmış uzamsal yönelim yetenek

testi uygulanmıştır. Test sonrasında denekler, hiçbir labirent ön uygulamasının yapılmadığı ‘kör-gözü kapalı’ grup, ön uygulaması gerçek dünya labirentinde olan ‘gerçek dünya’ grubu, ön uygulama sürecinde haritanın kullanıldığı ‘harita grubu’, labirentin sanal bir kopyasında ön uygulama yapan ‘masaüstü grubu’, katılımcıların labirent ön uygulamasında VR4 başa takılan bir aparat ve joystick kullanarak bakış ve hareketlerini kontrol ettikleri ‘sanal gerçeklikle çevrelenen ortam’ grubu ve sanal gerçeklikle çevrelenen ortam grubu ile aynı görevi alan fakat daha uzun süreli ön uygulama gerçekleştiren ‘uzun süreli sanal gerçeklikle çevrelenen ortam’ grubu olmak üzere 6 gruba ayrılmıştır. Gözü kapalı ve gerçek dünya grupları dışında kalan gruplara-sanal koşullardaki tüm katılımcılara- zamanı yeteneklerine göre değişiklik gösteren eğitim verilmiştir. Deneklerin labirentin sanal, gerçek veya harita versiyonuyla karşılaştıktan sonra gözleri bağlanmış ve gerçek dünya labirentinin başlangıcına kadar onlara eşlik edilmiştir. Deneklerden duvarlara olabildiğince az dokunmaları veya çarpmaları ve labirenti hızlı tamamlamaları istenmiştir. Son olarak, deneklere, belirli bir oda haritasının labirentin bir bölümünü doğru bir şekilde temsil edip etmediğini belirledikleri 30 sorudan oluşan doğru-yanlış testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları kısa süreli sanal ortam eğitiminin harita eğitimi ve gerçek ortam eğitimi kadar etkili olmadığı fakat sanal ortamda yeterince zaman harcandığı takdirde, sanal ortam eğitiminin gerçek dünya eğitiminden daha üstün geldiğini göstermektedir. Ayrıca araştırmacılar uzamsal bilginin geliştirilebilmesi için sanal ortamın etkili bir öğrenme ortamı olabileceğini belirtmektedir.

2.4.3.1. Farklı meslek alanlarında uzamsal yeteneğin yeri, önemi ve geliştirilmesi üzerine çalışmalar

Wai ve ark. (2009), STEM (bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik) alanlarına özel dikkat göstererek eğitim ve iş dünyasında uzamsal yeteneğin önemini inceledikleri boylamsal çalışmalarında ABD liselerinden tabakalı rastgele örnekleme ile 9-12. sınıflardan sınıf başına 50.000’er kız ve erkek olmak üzere toplamda 200.000 öğrenciyi seçmiş ve onları 11 yıl boyunca takip etmişlerdir. 9-12.sınıfa kadar olan öğrenciler 1 haftalık bir süre içinde çok çeşitli test ve anketlerle değerlendirilmiştir. Çalışmanın verileri öğrencilerin bilişsel yeteneklerini (matematiksel, sözel, uzamsal gibi), bilgilerini (sanat, biyoloji, mühendislik, gazetecilik ve fizik dahil olmak üzere çeşitli içerik alanlarında) tutumlarını, ilgi alanları ve kişilik özelliklerini ölçen testlerle ve öğrencilerin hayatlarına dair (aile, okul, iş, hobiler ve sağlık gibi konular) sorular içeren 398 maddelik bir anket ile toplanmıştır. Ayrıca çalışma, katılımcılar liseden mezun olduktan 1, 5 ve 11 yıl sonra alınan boylamsal verileri

içermektedir. Çalışma kapsamı, boyutu ve boylamsal zaman dilimi nedeniyle veriler Project Talent- Yetenek Projesi veri bankasından alınmıştır. Bu süreçte 11 yıllık takip verileri araştırmacılar tarafından incelenmiş ve lisans, yüksek lisans veya doktora ve mesleklerini bildiren kişilere odaklanılmıştır. Elde edilen bulgular STEM'de uzamsal yeteneğin genel nüfusta ve entelektüel yetenekli bireyler arasında eğitim ve mesleki sonuçların yapılandırılmasında kritik bir rol oynadığını göstermiştir. Çalışmanın bir diğer sonucu STEM alanlarında ileri derecede başarılı olma olasılığının uzamsal yeteneğin bir fonksiyonu olarak arttığıdır. Buna ek olarak araştırmacılar, yetenek testlerinde uzamsal yeteneği yüksek ancak matematiksel veya sözel yeteneklerde o kadar başarılı olamayan bireylerin kaçırıldığı fakat onların STEM alanları için kullanılmayan bir yetenek havuzu oluşturdukları ve eğitim fırsatlarının ona göre yapılandırılması gerektiği belirtmişlerdir.

Hegarty ve ark. (2010), "Bilimsel düşünce eşit ölçüde büyük ve küçük ölçekli uzamsal yeteneklere bağlı mıdır?" ve "Farklı bilimsel disiplinler, büyük ve küçük ölçekli uzamsal yeteneklere bağımlılıklarında farklılık gösterir mi?" sorularına yanıt aradıkları bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarının katılımcılarını çevrimiçi anket e-postasına cevap veren 237'si lisans, 285'i yüksek lisans ve 274'ü doktora öğrencileri olmak üzere toplamda 796 kişi oluşturmaktadır. Katılımcılardan 3 anket doldurmaları istenmiştir. Bunlardan ilki 15 likert tipi maddeden oluşan ve her maddesi çevresel uzamsal bilişin bazı yönleri hakkında "mesafeleri değerlendirmede çok iyiyim" gibi kendi kendini referansa alan ifadelerden oluşan Santa Barbara Sense of Direction Scale (SBSOD) - Santa Barbara Yön Duygusu Ölçeğidir. Katılımcılardan her ifade için kendilerine uyma düzeyini 1'den ("kesinlikle katılmıyorum") 7'ye ("kesinlikle katılıyorum") bir sayıya tıklayarak cevap vermeleri istenmiştir. İkinci anket olarak aslında 25 maddeli likert tipinde olup 16 maddeye düşürülen ve her maddesi "Arabamın kullanılabilir bir paralel park yerine uyup uymadığını belirlemekte iyiyim" gibi ifadeleri içeren katılımcıların uzamsal bir görevi tamamlama yeteneklerini değerlendiren The Philadelphia Spatial Abilities Scale (PSAS) - Philadelphia Uzamsal Yetenekler Ölçeğidir. Katılımcılardan her ifade için kendilerine uyma düzeyini 1'den ("kesinlikle katılmıyorum") 7'ye ("kesinlikle katılıyorum") bir sayıya tıklayarak cevap vermeleri istenmiştir. Son olarak da likert tipi 10 maddeden oluşan ve "Bir çizime veya şekle bakmaktan ziyade bir metin açıklamasını okumayı tercih ediyorum." gibi ifadeleri içeren katılımcıların sözel yeteneğini değerlendiren The Philadelphia Verbal Abilities Scale (PVAS) - Philadelphia Sözel Yetenekler Ölçeğidir. Bu ankette de katılımcılardan her ifade için kendilerine uyma düzeyini 1'den ("kesinlikle katılmıyorum")

7'ye ("kesinlikle katılıyorum") bir sayıya tıklayarak cevap vermeleri istenmiştir. Çalışma sonucunda edilen bulgular bilimlerin uzamsal yetenek açısından eşit olmadığını göstermiştir. Yerbilimcilerin hem büyük hem de küçük ölçekli uzamsal yetenekler konusunda en yüksek dereceye sahipken, coğrafyacıların büyük ölçekli uzamsal yetenekler konusunda ve mühendislerin ise küçük ölçekli uzamsal yetenekler konusunda yüksek derecelere sahip oldukları sonucu çıkmıştır. Ölçeklerden Philadelphia Uzamsal Yetenek Ölçeği (PSAS) sonucu incelendiğinde biyoloji alanı hariç STEM alanlarının diğer alanlara göre uzamsal yetenek puanları daha yüksek çıkmıştır. Bunlara ek olarak bu çalışma, birden fazla uzamsal akıl yürütme becerisinin olduğunu ve bazı STEM disiplinlerindeki başarının uzamsal becerileri gerektirdiğini göstermiştir.

Sorby ve Baartmans (2000) 3 boyutlu uzamsal görselleştirme becerileri zayıf olan birinci sınıf mühendislik bölümü öğrencilerinin sonraki mühendislik teknik çizim derslerinde başarılı olmaları için gerekli olan ön uzamsal becerilerini geliştirmelerini sağlayacak olan bir ders geliştirmek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarına 1993 yılında başlamış ve projenin genel başarısını belirlemek için altı yıllık boylamsal bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Ders ilkbahar ve yaz aylarında GN102 olarak kodlanan 'Uzamsal Görselleştirmeye Giriş' dersi adı altında normal derslerden ayrı olarak derslerinin olmadığı bir aralıkta yürütülmüştür. Başlangıçta ders konuları, inşa etme faaliyetleri, kağıt kalem faaliyetlerini içeren derste kullanılacak bir ders kitabı yazılmış ve derste uygulanmak üzere kitapla uyumlu olan görsel bilgisayar egzersizleri I-DEAS yazılımı ile geliştirilmiştir. Tüm içerik haftada iki saat ders ve iki saat bilgisayar laboratuvarı olacak şekilde on haftalık uygulamaya göre planlanmıştır. 1993 yılından uygulama sonuna kadar her yıl -6 yıl- *Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT:R)* testi final sınavının bir parçası olarak(son test) uygulanmış ve buna ek olarak 1996, 1997 ve 1998 yıllarında öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin değerlendirilmesi için *The Mental Rotation Test-Zihinsel Dönme Testi (MRT), The Mental Cutting Test - Zihinsel Kesme Testi (MCT)* ve *Differential Aptitude Test: Space Relations - Diferansiyel Yetenek Testi: Uzay İlişkileri (DAT: SR)* testleri ön test ve son test olarak uygulanmışlardır. Derse kayıt olan öğrencilerin bu sınavlardan elde ettikleri puanları analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda, her yıl, öğrencilerin testlerden aldıkları puanlar istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir. Buna ek olarak araştırmacılar 1993 yılında GN102 dersini tamamlayan öğrencilerin transkriptlerini bir kontrol grubu ile karşılaştırmış, GN102 dersine kayıtlı olan öğrencilerin mühendislikte daha yüksek teknik çizim notlarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Hegarty ve ark. (2009), diş hekimliği öğrencilerinin uzamsal yeteneğinin, diş hekimliği eğitim programında başarıyı nasıl öngördüğünü ve diş hekimliği eğitiminin bireyin uzamsal yeteneğini artırıp arttırmadığını incelemişlerdir. Çalışmaya 82 ikinci sınıf ve 36 dördüncü sınıf diş hekimliği öğrencisi katılmıştır. İkinci sınıf öğrencileri ikinci yıllarının başında, dördüncü sınıf öğrencileri ise dördüncü yıllarının sonunda test edilmiştir. Bu süreçte ilk olarak öğrencilere *Novel Object Cross-Section Testi* uygulanmıştır. Öğrencilere bu test kapsamında yabancı olan 10 adet nesnenin yatay ve dikey doğrultularda bulunan ve okla işaret edilen kısmından kesildiğinde çıkacak olan doğru görüntünün 5 seçenek arasından bulunması görevi verilmiştir. 10 nesne için toplamda 5 dakika verilmiş ve QuickTime movie player bilgisayar programı ile Novel Object Cross-Section Testi uygulaması sırasında testte bulunan 10 yabancı nesnenin tekrarlı dönme hareketlerini içeren animasyonlar, öğrencilere 3D görsellerin harekete dayalı derinlikleri hakkında ipucu vermesi amacıyla kullanılmıştır. Ardından *Visualization of Views Testi* uygulanmıştır. Bu testle merkezinde bir blok bulunan şeffaf bir küpün çiziminin altında, küpün içinde bulunan bloğun farklı bir perspektiften alternatif bir çizimi gösterilmiş ve öğrencilerden bloğun o şekilde görünebilmesi için küpün hangi köşesinin seçilmesi gerektiğini bulmaları istenmiştir. Katılımcılara 24 ayrı soru için 8 dakikalık süre verilmiştir. Son olarak *Abstract Reasoning Testi* (Soyut Akıl Yürütme Testi) katılımcılara uygulanmıştır. Testin her bir maddesi, bazı kurala göre sistematik olarak değişen elemanları olan bir geometrik şekiller dizisini göstermektedir. Öğrencilerden bu kuralı çıkarmaları ve 5 cevap seçeneğinden serideki bir sonraki öğeyi seçmeleri istenmiştir. 40 soruyu cevaplamaları için 20 dakika verilmiştir. Araştırmacılar bu testlerle ilk olarak uzamsal görselleştirme yeteneği ve genel akıl yürütme becerisini ölçmüş, birbirleriyle olan ilişkilerini incelemiş ve ardından da tüm bu testlerdeki performansın diş hekimliği derslerindeki başarı ile ilişkili olup olmadığını incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçları diş hekimliği eğitiminin dişlerin uzamsal dönüşümlerini(özellikle enine kesitleri) hayal etme yeteneğini arttırdığını ve uzamsal yeteneğin restoratif diş hekimliği becerilerinin öğrenilmesini arttırdığını göstermektedir.

Dror ve ark. (1993), beyni çeşitli alt sistemlere bölünmüş karmaşık bir bilgi işleme sistemi olarak gören bilişsel bir sinirbilim perspektifinden pilotların saklanan bilginin kullanımına dayanan yüksek seviyeli görüşleri gibi konularda etkili olan üst düzey görsel-uzamsal yeteneklerinin altında yatan alt sistemi anlamak ve karakterize etmek amacıyla yaptıkları ilk çalışmaya 16 hava kuvvetleri pilotu ve 16 kontrol deneği katılmıştır. Her bir katılımcı zihinsel döndürme, hareket tahmini, görüntüleri tarama, mekânsal ilişkiler kodlaması ve

görsel özellikleri hatırlama gibi her biri farklı bir tür görsel uzamsal yeteneği değerlendiren beş deneye katılmıştır. Tüm görevler Macintosh Plus bilgisayarı klavyesinde evet ve hayır tuşlarına basmayı içermektedir. Uygulama bir oturumda 32 denemeyi içermektedir ve katılımcılardan her denemede, bilgisayar ekranında sunulan evet veya hayır düğmelerinden doğru olana mümkün olduğunca hızlı basmaları istenmiştir. Her bir denek için uygulama ortalama 1 saat 45 dakika sürmüştür. Çalışmanın sonucunda pilotların pilot olmayanlardan daha hızlı tepki verdiği ve pilotların nesneleri zihinsel olarak döndürme ve metrik uzamsal ilişkileri değerlendirme üzerine çok iyi derecede yeteneklere sahip olduğu fakat kategorik uzamsal ilişkileri değerlendirme de kontrol grubundan daha iyi olduğu sonucu çıkmadığı belirtilmiştir. Bunlara ek olarak sonuçlar, belirli işleme alt sistemlerinin verimli kullanımının pilotlar için özellikle önemli ve karakteristik olduğunu göstermektedir.

Wanzel ve ark. (2003)'nın üç ayrı uzmanlık seviyesindeki cerrahi performans üzerine görsel-uzamsal yetenek ve el becerisinin etkisini inceledikleri çalışmalarına 27 üçüncü sınıf diş hekimliği öğrencisi, 12 cerrahi asistan ve 8 uzman cerrah katılmıştır. Diş hekimliği öğrencilerinin prosedürü anlayıp uygulayamayacakları, cerrahi asistanların prosedüre yardım edip uygulamasına rağmen uzman olmamaları ve uzman cerrahların da prosedür konusunda uzman olacakları düşünüldüğünden her bir grubun, belirli cerrahi prosedür hakkında bilgi ve eğitim açısından homojen olacağı öngörülmüştür. Çalışmanın amaçları doğrultusunda üç farklı düzeyde katılımcıların yeteneklerini değerlendiren testler seçilmiştir. *Phase Discrimination Test- Faz Ayrım Testi* ile katılımcılardan alt alta bulunan iki, bir boyutlu aydınlık-karanlık örüntülerin bulunduğu görüntülerden üst görüntüdeki en koyu bölgelerin alt görüntüdeki en aydınlık görüntülerle aynı göreli konuma sahip olup olmadığını belirlemeleri istenmiştir. Bu test ile katılımcıların düşük düzey görsel-uzamsal yeteneği değerlendirilmiştir. *Gestalt Completion Test (GCT) – Gestalt Tamamlama Testi* ile katılımcılardan 2D görünümünde eksik çizilmiş olan resimlerin hangi nesneye ait olduğunu bulmaları istenmiş, böylece onların orta düzey görsel-uzamsal yetenekleri değerlendirilmiştir. Üst düzey görsel-uzamsal yeteneğin değerlendirilmesi için de katılımcılara 3D nesnelerin 2D tasvirlerinin sunulduğu ve 4 öğeden hangisinin referansla eşleştiğini seçmeleri istenen *Mental Rotations Test (MRT)-Zihinsel Döndürme Testi* ve katılımcılardan 3D bir nesne oluşturmak için 2D bir taslağın nasıl katlanabileceğini hayal etmeye veya görselleştirmeye çalışmaları istenen *Surface Development Test (SDT) – Yüzey Geliştirme Testi* kullanılmıştır. Bunlara ek olarak 20 katılımcıdan manuel el becerilerini ölçen, birden fazla toplu iğne ve vidanın bir panoya yerleştirilmesini gerektiren ve test edilen

cerrahi prosedüre göre yüksek kapsam geçerliliği olan *Crawford Small Parts Dexterity Testini* tamamlamaları istenmiştir. Daha sonra katılımcıların cerrahi performanslarının değerlendirilmesi için katılımcılardan ameliyathanede kullanılan aletleri kullanılarak bir insan çene kemiğinin cansız bir tezgah modeli simülasyonunda cerrahi prosedür uygulamaları istenmiştir. Diş hekimlerinin prosedürü görmesi ve öğrenmesi için tanıtım videosu izletilmiştir. Uygulama öncesinde her katılımcının cerrahi eldivenlerine elektromanyetik konum sensörleri yerleştirilmiş, böylece özel bilgisayar yazılımı aracılığıyla el hareketleri izlenmiştir. Imperial College Cerrahi Değerlendirme Cihazı kullanılarak analiz edilmiştir. Cerrahi prosedürler tek kör uzman tarafından gözden geçirilmek üzere videoya kaydedilmiş ve puanlama bu videoları izlerken ölçek üzerindeki maddelere uygunluğuna göre yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda el hareketinin etkinliği ile uzamsal yetenek ölçümlerinin güçlü korelasyon gösterdiği, etkili el hareketlerinin daha kaliteli bir cerrahi işlem sağladığı belirtilmiştir. Bahsedilen el hareket etkinliğinde uzamsal yeteneğin de etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca uzamsal olarak karmaşık bir işlemde performans ve ürün kalitesi ile yüksek görsel-uzamsal yeteneğin ilişkili olduğu da araştırmanın bir başka sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

2.4.3.2. Uzamsal yetenek üzerine eğitim alanında yapılan çalışmalar

2.4.3.2.1. Uzamsal yetenek üzerine ilkokul-ortaokul-lise seviyesinde yapılan çalışmalar

Thompson (2016)'ın somut, sanal ve hem somut hem de sanal tangram kullanımının öğrencilerin matematik başarısı ve uzamsal algıları üzerine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmasına ilkokul 2.sınıflardan üç sınıf, toplamda 61 öğrenci katılmıştır. Sınıf 1 (kontrol sınıfı) 27 ikinci sınıf öğrencisinden oluşmuş ve somut materyallerle (tahta tangram) çalışmıştır. Öğrenciler işbirlikli bir şekilde çalışmış, tangram yapbozlarını çözmüş ve 'Somut Tangram' etkinlik çalışma kağıdını tamamlamışlardır. Sınıf 2, 26 ikinci sınıf öğrencisinden oluşmuş, sınıf aktivitesi olarak iPad üzerinden JiuzhangTech Ltd'nin ücretsiz tangram uygulamasının 1.1 versiyonunu kullanmışlardır (www.jiuzhangtech.com). Öğrenciler sanal tangram puzzle ları birlikte çözmüş ve 'Sanal Tangram' etkinlik çalışma kağıdını tamamlamışlardır. Sınıf 3, 26 ikinci sınıf öğrencisinden oluşmuş, sınıf aktivitesi olarak iPad üzerinden Tangible Play'in Tangram uygulaması olan OSMO tangram oyun sistemini kullanmışlardır. Bu sınıfta öğrenciler hem somut hem de sanal tangram puzzle uygulamaları yapmışlardır. Öğrenciler uygulamaları işbirlikli bir şekilde çalışarak tamamlamış ve bunlara ek olarak 'OSMO Tangram' çalışma kağıdını tamamlamışlardır.

Araştırma karma yönteme göre dizayn edilmiştir. Araştırmanın nicel verileri *Matematik Başarı Testi* ve Susan Levine tarafından geliştirilen *Children's Mental Transformation Task (CMTT) Testi* kullanılarak nitel verileri ise gözlem ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir (ses ve video kayıtları). Nicel bulguların analizi sanal tangram uygulamasının yapıldığı grubun uzamsal algı ön ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğunu; somut materyal kullanan grup ile hem somut hem de sanal materyal kullanan grupların uzamsal algı ön ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadını ortaya çıkarmıştır. Nitel bulguların analizi ise sanal materyal kullanan grup ile hem sanal hem somut materyal kullanan grubun şekilleri tamamlama konusuna daha yatkın olduklarını göstermiştir. Tüm bunlarla birlikte çalışmanın sonucu, grubu fark etmeksizin, öğrencilerin tangram kullanımının onların şekil uyumu, şekil birleştirme ve ayırma gibi şekil dönüşümlerini içeren geometrik bilgilerini geliştirmelerine olanak sağladığını göstermiştir.

Olkun (2003)'un 2D geometri öğreniminde bilgisayarın mı yoksa somut materyal kullanımının mı daha etkili olduğunu araştırdığı çalışmasının katılımcılarını dördüncü ve beşinci sınıflardan toplamda 93 öğrenci oluşturmaktadır. Deneysel olarak tasarlanan çalışma bilgisayar, somut materyal ve kontrol grubu olmak üzere toplam 3 grup açısından incelenmiş ve uygulama sırasında sınıf etkinliği olarak bilgisayar grubuna bilgisayar tabanlı tangram, somut model grubuna tahta tangram uygulamaları yaptırılmış; kontrol grubuna ise hiçbir tangram uygulaması yaptırılmamıştır. Çalışmanın verileri araştırmacının geliştirdiği 24 adet 2D geometri sorusundan oluşan kağıt-kalem testinin ön ve son test olarak katılımcılara uygulanmasıyla toplanmıştır. Verilerin analizi sonucunda iki deney grubunun da (somut materyal ve bilgisayar) 2D geometride uzamsal görselleştirme becerilerinin önemli derecede arttığı, bilgisayar grubunun daha fazla gelişim gösterdiği ortaya çıkarılmıştır.

Şişman ve ark. (2020)'nın robotik eğitiminin çocukların uzamsal yeteneği ve STEM' e karşı tutumları üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarına önceden robotik eğitimi deneyimi olmayan fakat bu işlere merakı olan 8-12 yaş arası 5 kız ve 34 erkek olmak üzere toplamda 39 ilköğretim okulu öğrencisi katılmıştır. Çalışma, haftada 4 saat olmak üzere toplam 31 hafta süren ücretli bir hafta sonu kursu kapsamında gerçekleştirilmiş ve kurs basit aktivitelerle başlayacak ve zor aktivitelerle bitecek şekilde tasarlanmıştır. Kurs sırasında Robotis Dream ER kitleri kullanılmıştır. Bu kit ilkokul çocukları için tasarlanmış ve dişli motor, servo motor, sensörler vb. araçlar ve robot tasarımları için yapılış adımlarını içeren bir rehber kitaptan oluşmaktadır. Kurs mekanik tasarım, elektronik, algoritmalar ve robotik programlama hedeflerine göre tasarlanmış ve kurs boyunca her hafta robotik aktiviteleri 3D

robotlar yaparak gerçekleştirilmiştir. Dersler farklı yerlerde her grupta üç öğrenci bulunan üç farklı grupla yürütülmüştür. Her grupta her biri iki yıllık öğretmenlik ve robotik deneyimine sahip biri fen bilgisi ve diğeri bilgisayar öğretmeni olan iki öğretmen bulunmuştur. Öğretim etkinlikleri "hayal edin, yaratın, oynatın, paylaşın ve seçin" bileşenlerini içeren yaratıcı düşünme sarmal modeline göre gerçekleştirilmiştir. Ders faaliyetleri araştırmacılar tarafından senaryolaştırılarak planlanmıştır. Çalışmada, çocukların uzamsal yeteneğini belirlemek için Winter ve arkadaşları tarafından geliştirilip Türkçeye çevrilen, 5 seçenekli 15 sorudan oluşan Uzamsal Görselleştirme ve Peters ve arkadaşları tarafından oluşturulup Türkçe' ye çevrilen, *Zihinsel Döndürme Testi* kullanılmıştır. Çocukların STEM' e karşı tutumlarını ölçmek için de Faber ve arkadaşları tarafından geliştirilip, Türkçe' ye uyarlanan, dört faktör ve 37 adet beşli likert tipi soru bulunan *STEM Tutum Ölçeği* kullanılmıştır. Ölçek; bilime yönelik tutumlar, teknoloji ve mühendislik, matematik ve yirmi birinci yüzyıl becerileri faktörlerinden oluşmaktadır. Ölçekler ön test ve son test şeklinde uygulanmış ve veriler SPSS 21.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları çocukların uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme testinden aldıkları puanın anlamlı bir artış gösterdiği ve etki büyüklüğünün de yüksek çıktığını, dolayısıyla robotik eğitiminin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini arttırdığını göstermektedir. Ayrıca çocukların STEM' e yönelik tutumlarının ön test sonuçlarında olumlu olduğu, son test sonuçlarında özellikle teknoloji ve mühendisliğe yönelik tutumlarında artış olduğu başka bir deyişle uygulama öncesi STEM' e karşı olumlu tutumları olan çocukların, uygulama sonrası güçlendiği sonucu çıkmıştır.

Šafhalter ve ark. (2020), ortaokul öğrencilerinin 3D modelleme ile ilgili önceki deneyimleri ve önceki sınıflardaki Teknik ve Teknoloji notları dikkate alınarak SketchUp programı ile 3D mühendislik tasarımlarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerine olan etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın katılımcılarını 11-14 yaşlarında olan 166 öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcıların yarısı kontrol diğer yarısı deney grubuna atanmıştır. Deney grubundaki katılımcılara 30 saatlik SketchUP ile 3D modelleme uygulaması yaptırılmış, kontrol grubuna herhangi bir uygulama yaptırılmamıştır. Katılımcıların uzamsal yeteneklerini belirlemek için *Picture Rotation Test, Form Board Test, The Punched Holes Test, Diferential Aptitude Test: Space Relations, The Surface Development Test, Mental Rotation Test, Purdue Spatial Visualization Test: Rotations* testleri uygulama başı ve sonunda ön-son test olarak uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları öğrencilerin teknik ve teknoloji alanındaki önceki deneyimleri ve okul notlarına bakılmaksızın uzamsal

yeteneklerini geliştirdiğini göstermiştir. Ayrıca SketchUp ile uzamsal modellemenin erken dönem teknik ve teknoloji eğitimine dahil edilmesinin, çocukların uzamsal görselleştirme yeteneğinin daha etkili bir şekilde gelişmesini ve iyileştirilmesini sağladığı da çalışmanın bir diğer sonucudur.

Yılmaz (2012), bilgisayar destekli modelleme ve somut modellemenin öğrencilerin uzamsal yetenekleri ve iyonik bileşiklerin sahip olduğu kristal yapıyı kavrama düzeyleri üzerine etkisini incelemeyi amaçladığı çalışmasını Sakarya'da bulunan bir özel lisede gerçekleştirmiştir. Çalışmanın katılımcılarını iki sınıftan oluşan toplamda 43, dokuzuncu sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma haftada iki saat kimya dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bir gruba önce ChemSense programı kullanılarak bilgisayar destekli modelleme ve ardından oyun hamuru kullanarak somut modelleme etkinlikleri yaptırılmış, diğer grupta ise ilk olarak fiziksel modelleme ve ardından da bilgisayar destekli modelleme etkinlikleri yaptırılmıştır. Çalışmanın verileri *Purdue Uzamsal Görselleme Testi: Döndürme, Metinden Çizim Testleri, ChemSense ve Fiziksel Modeller, Resimden Metin Testleri* ve *Kavramsal Testlerin*in ön-test ve son-test olarak uygulanması sonucu toplanmıştır. Elde edilen veriler t-testi ve Ki-kare testi kullanılarak analiz edilmiş ve analizler, öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin ve kavrama düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiğini göstermiştir.

2.4.3.2.2. Uzamsal yetenek üzerine öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalar

Turğut (2010), teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırmaya bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 85 matematik öğretmen adayı katılım göstermiş ve çalışma öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desene göre planlanmıştır. Uygulama olarak deney grubunda teknoloji destekli lineer cebir eğitimi verilirken kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Katılımcıların uzamsal yetenekleri uzamsal yetenek testiyle ve akademik başarıları lineer cebir testi ile ölçülmüştür. Çalışmanın sonuçları, teknoloji destekli lineer cebir dersi gören grubun(deney grubu) uzamsal test ve lineer cebir testi ortalama puanlarının kontrol grubunda bulunan öğrencilerin ortalama test puanlarından anlamlı düzeyde daha yüksek çıktığını göstermiştir.

Baki ve ark. (2011), yaptıkları çalışmalarında matematik dersinde dinamik geometri yazılımı ve somut materyal kullanımının öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarının katılımcılarını bir devlet üniversitesinde öğrenim gören ve

2007-2008 öğrenim yılları arasında Uzay Geometrisi dersini alan 96 birinci sınıf matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma yarı deneysel desene göre planlanmış olup ikisi deney ve biri kontrol grubu olmak üzere toplamda üç gruptan oluşmaktadır. Gruplar; dinamik geometri yazılımının kullanıldığı (n=34) bilgisayar grubu (Deney 1), somut materyallerin kullanıldığı (n=32) karşılaştırma grubu (Deney 2) ve geleneksel öğrenme metodunun uygulandığı (n=30) kontrol grubundan oluşmaktadır. Çalışmanın verileri uygulama öncesi ve sonrasında ön test ve son test olarak uygulanan *Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PSVT)* ile toplanmıştır. Toplanan verilerin analiz edilmesiyle ulaşılan sonuçlar uzamsal yeteneğin gelişmesinde, dinamik geometri yazılımının ve somut materyal kullanımının geleneksel öğretime göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Bunlara ek olarak dinamik geometri yazılımının kullanıldığı grubun da somut materyal kullanan gruba göre uzamsal yetenekleri anlamlı düzeyde daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuç, bilgisayar destekli modellemenin somut modellemeye göre uzamsal yeteneği daha çok geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine bilgisayar destekli modelleme ve somut modellemenin etkisinin incelendiği bir başka çalışma da Uygan ve Kurtuluş (2016) tarafından yapılmıştır. Uygan çalışmasını bir devlet üniversitesinde 2009-2010 öğretim yılı içinde öğrenim gören 72 matematik öğretmen adayı ile gerçekleştirmiştir. Katılımcıları Google SketchUp yazılımının kullanıldığı Deney 1, somut materyallerin kullanıldığı Deney 2 ve düzlemsel tasvirlerin kullanıldığı kontrol grubu olmak üzere üç gruba ayırmış ve uygulamaları katı cisimlerin öğretimi dersinde gerçekleştirmiştir. Araştırmacı, katılımcıların uzamsal yeteneklerini *Santa Barbara Solids Test (SBST)* ve *Purdue Spatial Visualization Test (PSVT)* ile ölçmüştür. Çalışmanın sonucunda Google SketchUp kullanan grubun tüm test puanlarının; somut materyallerin kullanıldığı grupta Santa Barbara Solids Test ve PSVT testinin 'Açılımlar' bölümündeki puanlarının ve kontrol grubunun da yalnızca PSVT testinin 'Açılımlar' bölümündeki puanlarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yükseldiği tespit edilmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde uzamsal yeteneğin geliştirilmesi ve katı cisimler konusunun öğrenilmesine dair yapılan uygulamalardan en etkili olanın Google SketchUp yazılımı kullanımı olduğunu belirttikleri görülmektedir.

Benzer (2018), gerçekleştirdiği yarı deneysel çalışmasında, bilgisayar destekli 3D modellemenin öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri, 3D modelleme ve derse yönelik tutumları üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmanın katılımcılarını bir devlet üniversitesinde bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmenliği programında öğrenim gören 55 üniversite

öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma seçmeli bir ders kapsamında haftada üç ders saati ve toplamda 14 hafta sürmüştür. Uygulamada öğretim problem temelli ve proje tabanlı öğrenme yöntemlerine göre dizayn edilmiş ve uygulama sırasında bilgisayar destekli 3D modellemenin gerçekleştirilebilmesi için 3ds Max yazılımı kullanılmıştır. Çalışmanın verileri *Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi* ve araştırmacı tarafından geliştirilen *3D Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği'* nin ön-test ve son-test olarak uygulanması ile toplanmıştır. Araştırmanın sonuçları bilgisayar destekli modellemenin üniversite öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini geliştirdiğini göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin 3D modellemeye ve derse karşı tutumlarını geliştirdiği de çalışmanın bir diğer sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma COVİD-19 pandemisi sürecinde gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte pandeminin bir etkisi olarak yüz yüze eğitime ara verilmiş ve eğitimde teknoloji kullanımına hızlı bir geçiş yapılmıştır. Literatürde uzaktan eğitim üzerine çalışmalar yer alsa da bu ani geçişten dolayı eğitimde aksaklıklar ortaya çıkmış durumdadır. Yeni öğrenme modelleri denenmekte ve hangisinin ne yönüyle iyi olduğu araştırılmaktadır. Böylece en uygun bulunan öğrenme modelinin uygulaması yaygınlaştırılabilir ve eğitimden maksimum verim alınabilir. Bu noktada bu çalışmanın uygulama süreci teknolojinin öğrenme sürecine entegre edildiği TYS öğrenme modeline uygun olarak tasarlanmıştır. Buna ek olarak Köse ve Yüzüak(2020)'ın çalışmasının bulguları Türkiye'de TYS modeli üzerine fen bilgisi öğretmen adaylarıyla biyoloji alanında yapılmış herhangi bir çalışmanın bulunmadığını göstermektedir. Bu yönüyle bu çalışmanın ilgili literatüre ve uygulayıcılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın TYS sınıf-içi öğrenme süreci kapsamında aktif öğrenme etkinliği olarak somut materyal ve Tinkercad 3D modelleme programı kullanarak gerçekleştirilen 3D modelleme etkinliklerine yer verilmiştir. Bu uygulamaların seçilmesinin amacı modelleme etkinliklerinin uzamsal yeteneği geliştirmeye yönelik uygulamalar olmalarıdır. Lohman (1993) insan yetenekleri arasında en önemlisinin uzamsal yetenek olduğunu belirtmektedir. Yukarıdaki çalışmalar Lohman'ı desteklemekte ve uzamsal yeteneğin gündelik hayat ve meslek hayatında önemli bir yerinin olduğunu göstermektedir. Literatürde uzamsal yetenek adına yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu yeteneğin meslek hayatında özelliklede STEAM alanı mesleklerinde kritik bir öneme sahip olduğu ve onun geliştirilmesi adına üniversite seviyelerinde birçok çalışma yapıldığı görülmektedir. Uzamsal yeteneğin geliştirilmesi üzerine yapılan bu çalışmalar incelendiğinde mühendislik, dişçilik gibi alanlara; eğitim

alanında ise matematik eğitimi üzerine yoğunlaşıldığı görülmektedir. Halbuki uzamsal yetenek fen eğitimi için de önemli bir yere sahiptir.

Önceki yapılan çalışmalarda biyoloji alanında çalışan kişilerin uzamsal yeteneklerinin düşük olduğu ortaya çıkarılmış ve biyoloji alanında uzamsal yeteneğin geliştirilmesi üzerine fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışma TYS modeli çerçevesinde gerçekleştirilen biyoloji 3 dersinde, somut materyaller ve Tinkercad 3D modelleme programı kullanılarak gerçekleştirilen 3D modellemenin, öğretmen adaylarının akademik başarıları, uzamsal yetenekleri ve modelleme ile ilgili görüşleri üzerine etkisini incelemektedir.

Diğer yandan Cabri, Sketchpad, Google SketchUp gibi bilgisayar programlarının kullanımının uzamsal yeteneğin gelişmesi üzerine olumlu etkileri olduğu yapılan farklı araştırmalarla ortaya konmuştur (Baki ve ark., 2011; Uygan ve Kurtuluş, 2016). Çalışmada kullanılan Tinkercad 3D modelleme programının da öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesi ve akademik başarılarının artmasında alternatif bir öğretim aracı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

BÖLÜM III: YÖNTEM

Bu bölümde araştırma deseni, çalışma grubunun belirlenmesi, uygulama süreci, veri toplama araçları ve toplanan verilerin analizi, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları ve araştırmacının rolüne ilişkin bilgiler sunulmaktadır.

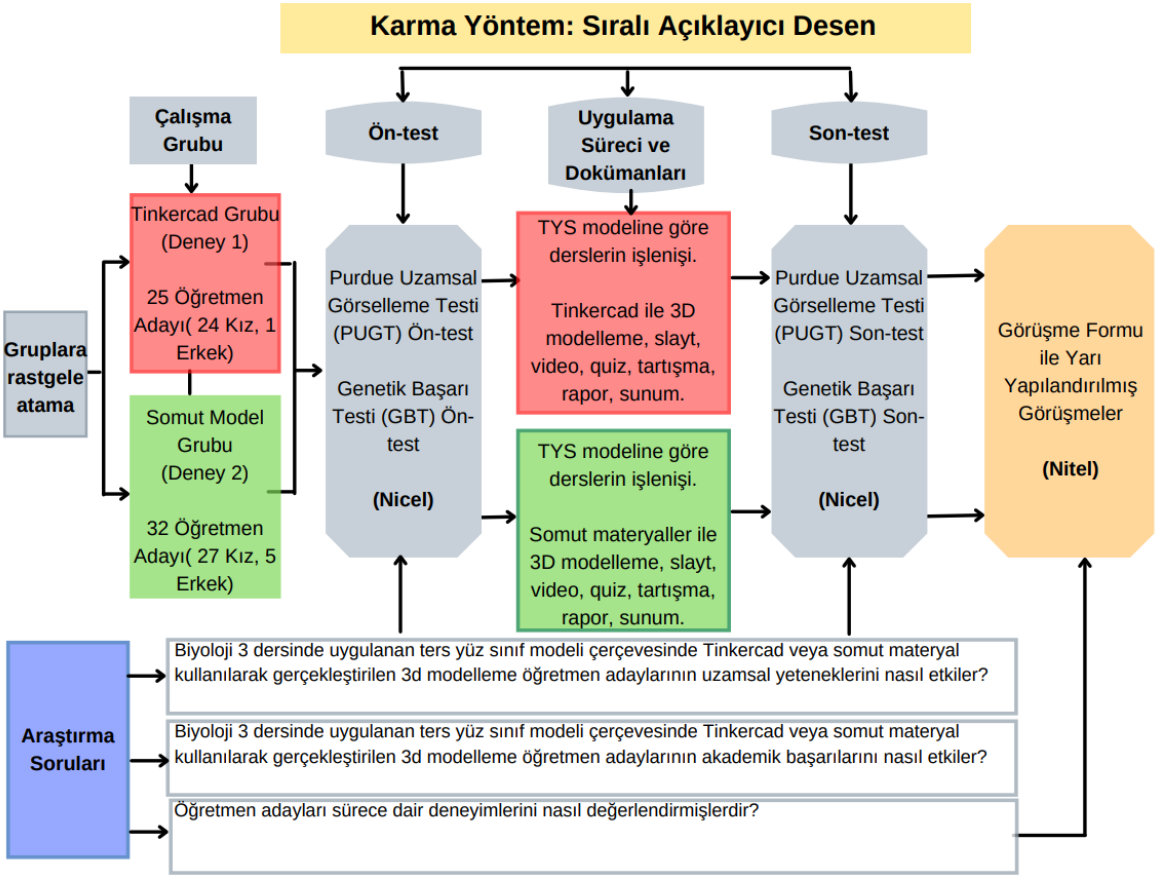
3.1. Araştırma Deseni

Bu çalışmada TYS modeli çerçevesinde gerçekleştirilen Biyoloji 3 dersinde, fen bilgisi öğretmen adaylarının Tinkercad veya somut materyal kullanarak gerçekleştirdikleri 3D modelleme etkinliklerine dair bir uygulama yapılmış ve öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri, akademik başarıları üzerine etkisi ve sürece ilişkin görüşleri incelenmiştir. Bu amaçla gerçekleştirilen çalışmada nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma yöntem kullanılmıştır.

Karma yöntemler, sonucunda açık uçlu veri elde edilen nitel araştırma ile kapalı uçlu veriler elde edilen nicel araştırma yöntemlerinin verilerin toplanıp, analiz edilmesi ve sonuç çıkarılması sürecinde bütünleştirilmesidir (Creswell, 2014). İstatistiksel veriler ile katılımcıların deneyimlerinin birleştirilmesi, araştırma probleminin araştırmacı tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır (Creswell, 2017). Bu yöntem ile iki yöntemin de dezavantajları ortadan kaldırılıp güçlü yönlerinin birleştirilmesi sağlanmaktadır. Aynı zamanda araştırmacının araştırma sorularını yanıtlarken birden fazla araştırma yaklaşımını kullanmalarına fırsat vererek daha kapsamlı ve yaratıcı çalışmalar yapılmasına imkân vermektedir (Johnson ve Onwuegbuzie, 2004).

Karma yöntemler verilerin toplanma zamanlaması (sıralı veya ardışık) ve nitel veya nicel yöntemlere verilen önem (eşit veya biri daha baskın) üzerine çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışmanın desenlenmesinde karma yöntem çeşitlerinden çalışmaya uygun olarak iki etkileşimli aşamadan oluşan ve verilerin sıralı toplanıp nitel yöntemin nicel yöntemi destekleyici rolde olduğu açıklayıcı sıralı desen kullanılmıştır. Açıklayıcı sıralı desende araştırmacı, çalışmasına nicel verileri toplayarak başlar, verileri analiz eder ve durumu daha derinden keşfetmek için elde ettiği verilerden hareketle nitel aşamada sorulacak soruları belirler. Nitel verileri toplayıp analiz eder ve son olarak da nitel sonuçları nicel verileri açıklama ve yorumlamada kullanır (Creswell ve Clark, 2011).

Araştırmanın desenlenmesinde kullanılan açıklayıcı sıralı desene ilişkin diyagram (Şekil 13) aşağıda yer almaktadır:



Şekil 13. Araştırmanın Modeline İlişkin Diyagram

Çalışmanın ilk kısmı olan nicel aşamasında deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel desen, araştırmacının deneklerin bir kısmının deneyimleyeceği şeyleri manipüle edip diğerlerini sabit tuttuğu ve ardından gruplar arasında karşılaştırma yaptığı araştırma desenidir (McMillan ve Schumacher, 2006). Yapılan çalışmada deneysel desen çeşitlerinden gerçek deneysel desen kullanılmıştır. Gerçek deneysel desenlerin temel özelliği gruplara seçilen deneklerin seçkisiz atanması ve bağımsız değişkenin manipülasyonudur (McMillan ve Schumacher, 2006). Araştırmada en az bir tane müdahalede bulunulan bir deney grubu ve bir tane de hiçbir müdahalenin yapılmadığı kontrol grubu veya farklı müdahalenin yapıldığı bir karşılaştırma grubu bulunur. Bu çalışmada gerçek deneysel desenlerden öntest-sontest karşılaştıma gruplu seçkisiz desen kullanılmıştır (McMillan ve Schumacher, 2006). Bu desende iki ayrı deney grubuna rastgele atanan deneklere farklı müdahalelerde bulunularak yapılan uygulamaların denekler üzerindeki etkisi incelenmektedir. Deneklerin bağımlı değişkene ait ölçümleri uygulama öncesi ve sonrasında ön test ve son test olarak aynı ölçme

araçları kullanılarak elde edilmektedir (McMillan ve Schumacher, 2006; Cohen ve ark., 2007). Bu çalışmada kontrol grubu yerine karşılaştırma grubu kullanılmasının nedeni eğitim araştırmalarında müdahalede bulunulan bir grubun, hiçbir müdahale görmeyen başka bir grupla karşılaştırılmasının verimsiz olmasıdır. Çalışmanın sonucunda muhtemelen müdahalede bulunulmayan öğrencilerin aynı müdahaleye ihtiyaç duyacağı sonucu çıkacaktır. Eğitim ortamında bir grubun özel muamele görürken diğerinin hiçbir şey görmemesi uygun değildir ve bu yüzden deneysel eğitim araştırmalarında kontrol grubu yerine karşılaştırma yani deney grupları kullanımı daha doğru ve yaygındır (McMillan ve Schumacher, 2006).

Çalışmanın ikinci aşaması olan nitel boyutunda nicel boyuttan hareketle katılımcıların süreç içindeki deneyimleri üzerine veriler yarı yapılandırılmış mülakatlar yoluyla toplanmış ve analiz edilmiştir.

3.2. Çalışma Grubu

Çalışma 2020-2021 öğretim yılının bahar yarıyılında Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim dalı ikinci sınıf derslerinden Biyoloji 3 dersinin ‘Moleküler Genetik’ konularına uygulanmıştır. Bu nedenle çalışmanın nicel boyutundaki örneklemini İstanbul’da bir eğitim fakültesinde öğrenim gören toplamda 57 ikinci sınıf fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcılar gruplara seçkisiz şekilde atanmıştır. Okul numarasının son hanesi tek rakam olan öğretmen adayları deney 1 grubuna ve okul numarasının son hanesi çift rakam olan öğretmen adayları ise deney 2 grubuna atanmıştır. Deney 1 grubu Tinkercad 3D modelleme programını kullanarak 3D modellemenin gerçekleştirildiği Tinkercad grubu, deney 2 grubu ise somut materyaller kullanılarak 3D modellemenin gerçekleştirildiği Somut Model grubu olarak belirlenmiştir. Hangi deney grubuyla hangi uygulamanın gerçekleştirileceğine kura çekilerek karar verilmiştir. Her bir deney grubunun katılımcılarına ilişkin demografik bilgiler Tablo 3.1’de yer almaktadır.

Tablo 3.1. Çalışmanın Nicel Boyutuna Ait Katılımcıların Demografik Özellikleri

Gruplar	**Cinsiyet**	***N***	**%**
Tinkercad Grubu	Kız	24	42,1
	Erkek	1	1,7
Somut Model grubu	Kız	27	47,4
	Erkek	5	8,8

Toplam	**57**	**100**

Tablo 3.1'den de görüldüğü gibi çalışmanın katılımcılarını Tinkercad grubunda 24 kız ve 1 erkek; Somut Model grubunda 27 kız ve 5 erkek olmak üzere toplamda 57 katılımcı oluşturmaktadır. Çalışmanın başında dersi alan 69 öğretmen adayı okul numaralarına göre gruplara atanmış olsa da süreç içerisinde bu sayı 57'ye düşmüş ve bu durum Tablo 3.1'de görüldüğü gibi gruplardaki katılımcı sayılarında dengesizliğe sebep olmuştur.

Çalışmanın nitel boyutuna katılım gösteren bireyler nicel çalışma verileri sonuçlarına bakılarak amaçlı örnekleme metodu ile belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme metotlarından ise maksimum çeşitlilik örnekleme tekniği kullanılmıştır. Maksimum çeşitlilik örnekleme araştırılan probleme ilişkin benzerlik gösteren farklı durumların belirlendiği ve çalışma kapsamında incelendiği bir tekniktir. Böylelikle evren içinde var olan farklı durumları ortaya çıkararak araştırmacıya problemi daha geniş yelpazede inceleme imkânı sunar (Büyüköztürk ve ark., 2017). Bundan hareketle katılımcılar süreç içinde yapılan testlerden aldıkları puanlara göre sıralanmış her bir gruptan dört düşük, dört orta ve dört yüksek puana sahip olan 12; toplamda 24 katılımcı çalışmanın nitel boyutuna katılımcı olarak seçilmiştir. Katılımcılara ait demografik bilgiler Tablo 3.2'de gösterilmektedir.

Tablo 3.2. Çalışmanın Nitel Boyutuna Ait Katılımcıların Demografik Özellikleri

	Tinkercad Grubu			**Somut Model grubu**		
Cinsiyet	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**
Kız	4	4	4	3	3	3
Erkek	0	0	0	1	1	1
Toplam	4	4	4	4	4	4

3.3. Uygulama Süreci

Bu çalışma, İstanbul'da bir devlet üniversitesinin ikinci sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarıyla 2020-2021 bahar yarıyılı süresince ve Biyoloji 3 dersi kapsamında, haftada grup başına dört saat olacak şekilde altı hafta TYS modeline göre ders işlenişi ve çalışmanın başında ve sonunda gruplara modelleme eğitimlerinin verilmesi, süreç hakkında genel açıklamalar yapılması için iki hafta olmak üzere toplam sekiz hafta süresince gerçekleştirilmiştir.

TYS modeli öğrenme sürecini sınıf-dışı ve sınıf-içi süreç olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Türkiye' de 1 Mart 2020'de (Budak ve Korkmaz, 2020) ortaya çıkan ve halen daha devam eden COVİD-19 pandemisi sebebiyle uygulamanın yüz yüze olması gereken kısmı uzaktan eğitim yoluyla/asenkron şekilde gerçekleştirilmiştir. Modelin yüz yüze olan kısmının amacı öğrenci ile öğretmenin birbiri ile etkileşim içinde olarak eşzamanlı bir şekilde öğrenme etkinliklerinin gerçekleştirilmesidir. Bu çalışmada uygulama süreci sınıf duvarları içerisinde olamamasına karşın video konferans yöntemi ile senkronize şekilde gerçekleştirilmiştir. Böylelikle öğretmen rehberlikli aktif öğrenme etkinlikleri, sınıf-içi süreçte yapılması planlandığı şekilde gerçekleştirilmiş, öğrenci ve öğretmen arasında bu sürecin bir gerekliliği olan etkileşim sağlanmıştır. Bunun dışında kalan TYS'nin diğer her bir bileşeni olması gerektiği şekilde uygulandığından dolayı yapılan araştırma, araştırmacı tarafından TYS modeli olarak adlandırılmıştır. Tablo 3.3'te TYS modelinin bileşenleri ve onlara karşılık uygulama sürecinde yapılanlar gösterilmektedir.

Tablo 3.3 Ters Yüz Sınıf Modeli Bileşenlerine Karşılık Araştırma Uygulama Süreci

Ters Yüz Sınıf Modeli Süreçleri	**Bileşen**	**Araştırmanın Uygulama Süreci**
Sınıf-dışı/Online Süreç	Temel düzeyde konu öğrenimi	Öğrenciler, elektronik ortamda paylaşılan slaytların yer aldığı videolardan konuyu temel düzeyde öğrenmiştir.
	Bilgi aktaran rolünde öğretmen	Araştırmacı ders içeriklerinin yer aldığı videoları öğrencilerle paylaşmıştır. Öğrenciler bu aşamada pasif rolde olup yalnızca paylaşılan içeriklerden bilgi almıştır.
	Öğrenme yeri ve zamanında esneklik	Öğrenciler araştırmacı tarafından online ortamda paylaşılan içeriklere, istedikleri yer ve zamanda ulaşabilmiştir.
	Bireysel öğrenme	Öğrenci sınıf-dışında araştırmacıdan/öğretmeninden ayrı(asenkron şekilde) ve araştırmacının paylaştığı içeriklerle konu öğrenimini gerçekleştirmiştir.
	Elektronik ortam/Teknoloji kullanımı	Sınıf-dışı süreçte elektronik ortam olarak Edmodo kullanılmıştır.

	Yeni içeriklerin video vb. araçlarla aktarılması	Öğrenciler ilk olarak konuyu paylaşılan slaytların yer aldığı videodan görmüş ve temel düzeyde öğrenmiştir.
	Öğrenme sorumluluğu	Bu süreçte öğrenme ortamı ve zamanında esneklik sağlanmıştır. Dolayısıyla bu aşamada öğrenme tamamen öğrencinin sorumluluğundadır. Literatür incelendiğinde bu noktada öğrencilerin görevlerini yerine getirmeden sınıfa gelmeleri gibi sorunlar çıktığı görülmüştür. Bunun önüne geçebilmek için öğrencilerle her hafta konuya dair quizler paylaşılmış ve sınıf-içi sürece gelene kadar göndermeleri istenmiştir. Böylelikle öğrencilerin görevlerini yerine getirip getirmedikleri kontrol edilmiş ve varsa eksik veya yanlış öğrenmeleri tespit edilmiştir.
Sınıf-içi/Yüz yüze Süreç	Bilgi yapılandırma	Öğrenciler tartışma, 3D modelleme ile bilgilerini yapılandırmıştır.
	Rehber rolünde öğretmen	Araştırmacı tartışma sırasında öğrencilerden gelen quiz cevaplarına göre varsa kavram yanılgıları gidermelerini sağlamış ve 3D modelleme sürecinde öğrencilere sürekli destek olmuştur.
	Aktif öğrenme etkinlikleri	Her dersin başında, sınıf-dışında o haftaki konuya dair paylaşılan quizlerin cevapları üzerine tartışmalar yapılmış ve ardından konuya dair 3D modelleme etkinlikleri(Tinkercad veya somut materyal kullanarak) gerçekleştirilmiştir. Bu modellere ait raporlar yazılmış ve sunum yapılmıştır. Sınıf-içi süreç her hafta ortalama 3 saat sürmüş ve bu sürenin tamamı aktif öğrenme etkinliklerine ayrılmıştır.
	Sınıf-dışında paylaşılan içeriklerle bağlantı kurma	Sınıf-dışında paylaşılan içeriklerin sınıf-içinde yapılacak uygulamalara bir ön hazırlık niteliğinde olmasına dikkat edilmiştir. Her hafta öğrenciler sınıf-dışında konuyu temel düzeyde

		öğrenip quizlerini çözerek yüz yüze olan kısma katılmış ve tartışma yapılmasının ardından ilgili konuya dair 3D modeller yapmışlardır.
	Sabit öğrenme yeri ve zamanı	Sınıf-içi sürecin okul sınırları içerisinde/sınıfta gerçekleştirilmesi gerekir. Fakat bu araştırma Covid-19 pandemi sürecinde gerçekleştiğinden dolayı bu mümkün olmamış, uzaktan eğitimle devam edilmiştir. Bu aşamada modelin gereğinin uygun bir şekilde yerine getirilebilmesi için farklı bir yol izlenmiştir. Bu bileşenin amacı öğretmen ile öğrencinin aynı yerde bulunması ve öğrenme etkinliklerinin eş zamanlı gerçekleştirilmesidir. Buna ek olarak öğretmen ve öğrenciler arasında etkileşimin sağlanması amaçlanır. Bu doğrultuda, bu araştırmada Zoom video konferans sistemi kullanılarak dersler işlenmiştir. Böylece bu bileşende amaçlanan öğrenci-öğrenci ve öğrenci-öğretmen etkileşimi gerçekleştirilmiş, eş zamanlı ve öğretmen rehberlikli, aktif öğrenme etkinlikleri sayesinde öğrencilerin bilgilerini yapılandırmaları sağlanmıştır.
	Anında geri bildirim	Sınıf-içi/yüz yüze olan süreç senkron şekilde gerçekleştirildiği için öğrenciler ve araştırmacı sürekli birbirleri ile iletişim halinde olmuştur. Ayrıca sınıf-dışı süreçte de Edmodo veya e-posta yoluyla öğrenciler istedikleri zaman araştırmacı veya arkadaşlarına ulaşabilmiştir.

Uygulama süresince dersler her iki grupta da TYS öğrenme modeline göre işlenmiştir. Bu doğrultuda öğrenme süreci yukarıda bahsedildiği gibi sınıf-içi süreç ve sınıf-dışı süreç olarak ikiye ayrılmıştır. Sınıf-dışı süreç öğretmen adaylarının elektronik ortamda araştırmacı tarafından paylaşılan içerikler yoluyla konuyu öğrenmelerini, sınıf-içi süreç ise öğretmen adaylarının araştırmacı eşliğinde, sınıf dışında öğrenilen konuları pekiştirme ve derinleştirme amaçlı aktif öğrenme etkinliklerinin yapılmasını kapsamaktadır. Uygulama sürecinde yapılanlar Tablo 3.4'te gösterilmektedir.

Tablo 3.4. Uygulama Süreci

Aşama	Haftalar	Gruplar	Haftalık Süre	Süreç Uygulama	
3D Modelleme Eğitimi, Tanıtım	1-2. Hafta	Tinkercad	3 saat	Senkron	• Araştırmacı tarafından Tinkercad ile 3D modelleme programı eğitiminin verilmesi. • Katılımcılarla tanışma, süreç(ders öncesi kullanılacak olan elektronik ortam hakkında ve sınıf içi ve dışı yapılacak etkinlikler hakkında) bilgilendirme.
	2. Hafta	Somut Model	2 saat	Senkron	• Araştırmacı tarafından somut materyal ile 3D modelleme programı eğitiminin verilmesi. • Katılımcılarla tanışma, süreç(ders öncesi kullanılacak olan elektronik ortam hakkında ve sınıf içi ve dışı yapılacak etkinlikler hakkında) bilgilendirme.
Ters yüz sınıf modeline uygun olarak derslerin işlenişi	3-8. Hafta	Tinkercad	4 saat	Asenkron/ Sınıf-dışı süreç	• Slayt • Video • Quiz
				Senkron/ Sınıf-içi Süreç	• Tartışma • Tinkercad ile 3D modelleme • Sunum • Rapor
		Somut Model	4 saat	Asenkron/ Sınıf-dışı süreç	• Slayt • Video • Quiz
				Senkron/ Sınıf-içi Süreç	• Tartışma • Somut materyal ile 3D modelleme • Sunum • Rapor

Sınıf dışında bireysel öğrenmenin gerçekleşeceği elektronik ortam olarak ‘Edmodo’ kullanılmıştır. Edmodo’da ders için iki gruba da birer online sınıf oluşturulmuş ve öğretmen adayları o sınıfa kayıt yaptırmışlardır. Tinkercad grubundaki öğretmen adayları Edmodo’da olduğu gibi Tinkercad’ de de araştırmacı tarafından oluşturulan sınıfa kayıt olmuşlar ve çalışmalarını açılan sınıf üzerinden gerçekleştirmişlerdir. Böylece araştırmacı hangi öğretmen adayının hangi modeli nasıl yaptığını anlık olarak takip edebilmiş ve öğretmen adayları da bu ortamlar aracılığıyla gerektiğinde yaptıkları modelleri birbirleri ile paylaşabilmişlerdir. Bunlara ek olarak kullanılan elektronik ortamlar gerek öğretmen

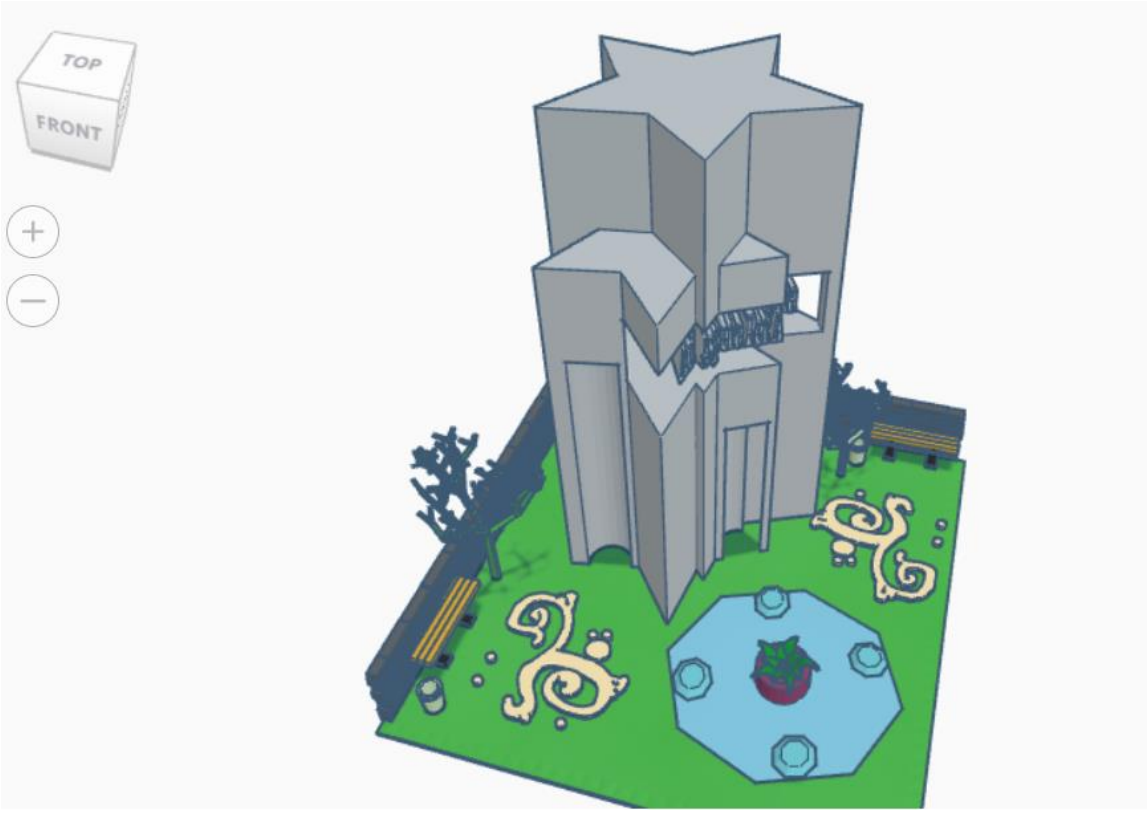
adaylarının birbirleriyle gerek araştırmacı ile sürekli iletişimde olabilmelerini, araştırmacı tarafından öğretmen adaylarına hızlı dönütler verilmesini sağlamıştır.

- **Aşama 1**

Tablo 3.4'ten de görüldüğü gibi uygulamanın ilk iki haftasında her iki gruba da *Purdue Uzamsal Görselleme Testi* ve *Genetik Başarı Testi* ön test olarak uygulanmıştır. Ardından iki grup için de ayrı ayrı eğitimler verilmiştir. Tinkercad grubu ile araştırmacı tarafından hazırlanan '*Tinkercad ile 3D Modelleme Kitapçığı*' (Ek 6) Edmodo üzerindeki sınıfları aracılığıyla paylaşılmıştır. Öğretmen adayları kitapçıkta bulunan yönergeye göre araştırmacının Tinkercad programında oluşturduğu sınıfa kayıt olmuştur. Ardından Zoom video konferans sistemi ile araştırmacı, sürecin nasıl işleyeceği, modelleme ve Tinkercad programının özellikleri üzerine öğretmen adaylarına teorik bilgi vermiş, onlara Tinkercad programında 3D modellerin nasıl oluşturulacağını örnek modeller üzerinden göstermiştir. Eğitim, Zoom üzerinden senkronize bir şekilde gerçekleştirildiğinden dolayı öğretmen adayları da eğitim sırasında araştırmacı ile aynı zamanda 3D modelleri oluşturmuş ve birbirleriyle paylaşma fırsatı bulmuştur. Üç saat süren ilk eğitim sonunda Tinkercad programının nasıl kullanılacağı öğrenilmiştir. Eğitimin diğer haftasında ise araştırmacı öğretmen adaylarıyla çeşitli problemler paylaşmış ve öğretmen adaylarından o problemlerin çözümüne yönelik Tinkercad'de 3D model tasarlamalarını istemiştir. Böylece öğretmen adaylarının Tinkercad programında kompleks yapıda modeller oluşturma konusunda becerileri geliştirilmiştir. Somut Model grubuna ise yalnızca bir hafta eğitim verilmiştir. Eğitimleri iki saat sürmüş ve eğitimleri süresince modellemeye dair teorik bilgiler verilmiş, somut materyaller kullanarak nasıl 3D modeller oluşturabilecekleri örnek 3D modeller üzerinden gösterilmiştir.



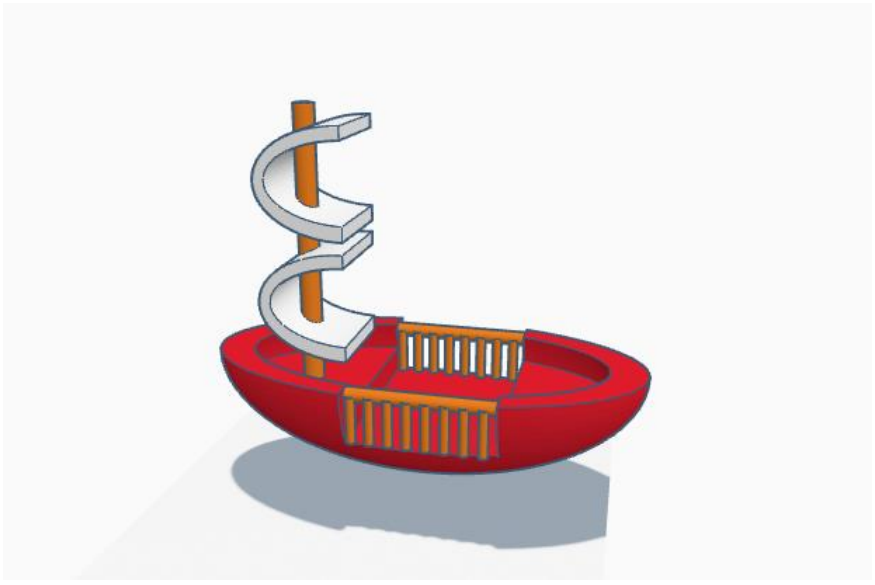
Şekil 14. Tinkercad Eğitimi Süresince Yapılan Örnek Çalışma-1



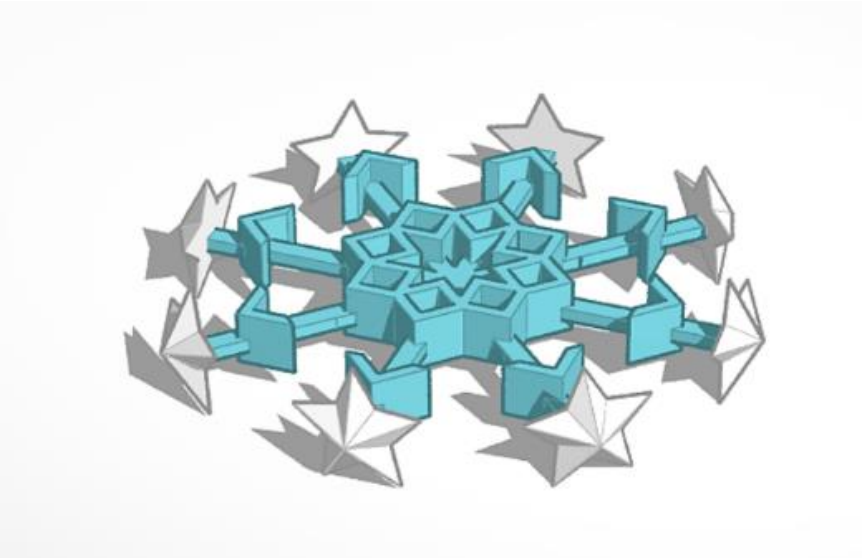
Şekil 15. Tinkercad Eğitimi Süresince Yapılan Örnek Çalışma-2



Şekil 16. Tinkercad Eğitimi Süresince Yapılan Örnek Çalışma-3



Şekil 17. Tinkercad Eğitimi Süresince Yapılan Örnek Çalışma-4



Şekil 18. Tinkercad Eğitimi Süresince Yapılan Örnek Çalışma-5



Şekil 19. Somut Materyallerle 3D Modelleme Eğitimi Sırasında Yapılan Örnek Çalışma

- **Aşama 2**

Sonraki haftalarda dersler iki grupta da TYS modeline göre işlenmiştir. TYS'nin sınıf-dışı sürecinde ilk olarak araştırmacılar o hafta öğrenilecek olan konuya dair hazırladıkları slaytları üniversitenin online platformu üzerinden sunmuş ve öğretmen adaylarının sonradan izlemelerine olanak sağlayacak şekilde video olarak elektronik ortamda paylaşmıştır. Öğretmen adayları videoları izleyerek asenkron olarak temel düzeyde konuyu öğrenmiştir. Ardından araştırmacı 'Google Formlar' üzerinden hazırladığı quizleri (Ek 7) Edmodo

üzerinden öğretmen adaylarıyla paylaşmış ve sınıf-içi sürece gelene kadar çözüp göndermelerini istemiştir. Böylelikle öğretmen adaylarının paylaşılan videoları izleyip izlemedikleri denetlenmiş, sınıf-içi sürece hazırlanmaları sağlanmıştır. Ayrıca quizler, öğretmen adaylarının varsa eksik veya yanlış öğrenmeleri, tespit edilmesini sağlamıştır. Buraya kadar ki kısım sınıf-dışı süreci oluşturmaktadır. Bunun devamında sınıf-içi süreç gelmektedir. Sınıf-içi süreç Zoom video konferans sistemi ile senkron bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Dersin başında araştırmacı, quiz soru-cevapları üzerinden öğretmen adaylarıyla ortalama 30 dakikalık tartışmalar gerçekleştirmiştir. Böylece öğretmen adaylarının varsa kavram yanılgıları giderilmiştir. Tartışma sonrasında ise Tinkercad grubunda Tinkercad 3D modelleme programı kullanılarak; Somut Model grubunda ise somut materyaller kullanılarak o haftaki konuya dair 3D modeller yapılmıştır. Ardından raporlar (Ek 8) yazılmış ve bu süreç boyunca her öğretmen adayı en az bir kere olacak şekilde sunum yapmıştır.

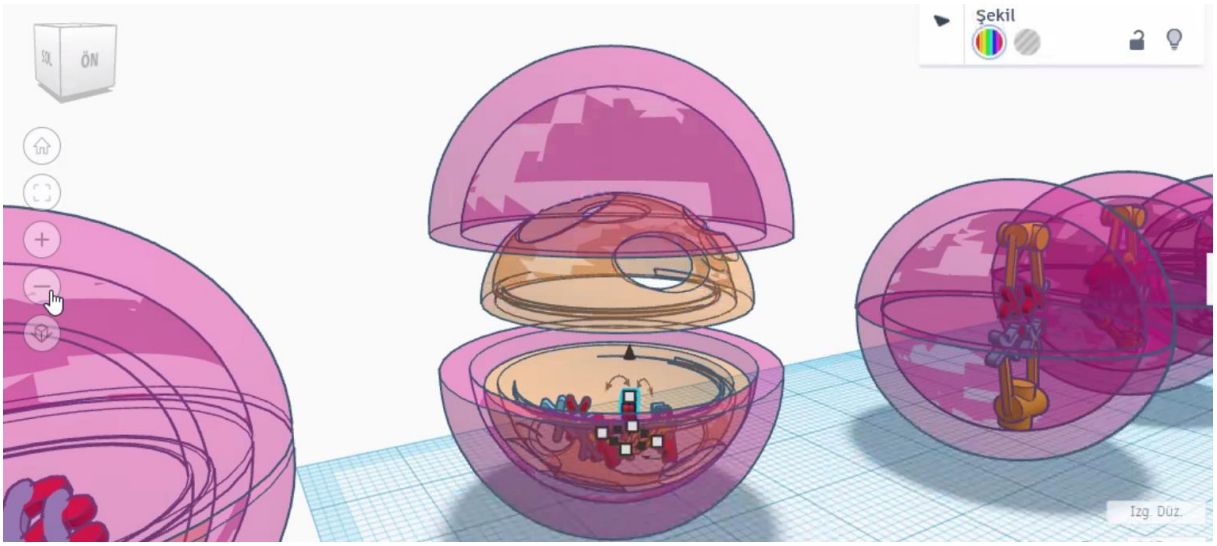
Uygulama sürecinde moleküler genetik konularında toplamda 13 model oluşturulmuştur. Bu modellerin yapılış zamanlarına ilişkin bilgiler Tablo 3.5'te gösterilmektedir.

Tablo 3.5. Çalışma Süresince Oluşturulan Modellerin Konu ve Zamana Göre Dağılımları

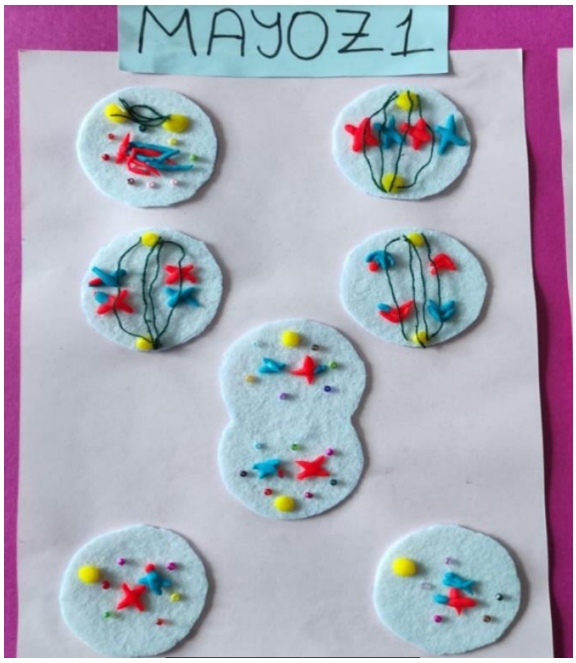
Model No	Konu	Model	Zaman
Model 1	Eşeyli Yaşam Döngüleri ve Mayoz	• Mayoz Bölünme	3.Hafta
Model 2-4	Kalıtımın Kromozomal Esası	• Nükleotid, gen, DNA, nükleozom, kromozom yapısı • Riboz-Deoksiriboz farkı • DNA replikasyonu	4.Hafta
Model 5-7	Protein Sentezi	• Transkripsiyon • RNA maturasyonu • Translasyon	5.Hafta
Model 8-9	Dna Rekombinasyonu ve Mutasyon	• Dna rekombinasyonu • Mutasyon	6.Hafta
Model 10-12	Virüs ve Bakteri Genetiği	• Fajların üreme döngüsü • Transformasyon • Konjugasyon	7.Hafta

Model 13	Biyoteknoloji	• Transgenik organizma oluşturma		8.Hafta

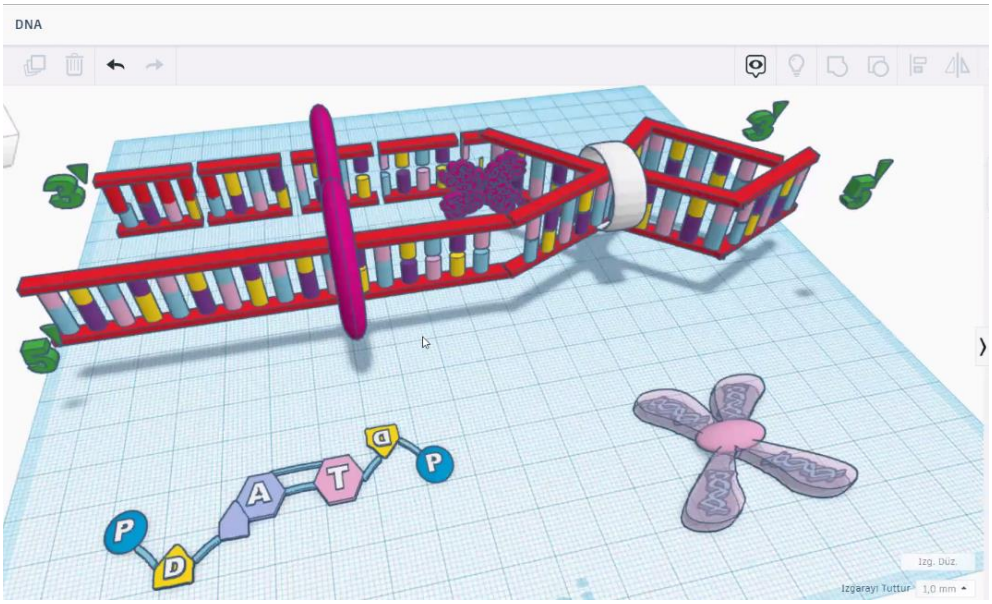
Tablo 3.5'ten de görüldüğü gibi ilk hafta 'Eşeyli Yaşam Döngüleri ve Mayoz' konusunda, diğer haftalarda ise sırasıyla 'Kalıtımın Kromozomal Esası', 'Protein Sentezi', 'DNA Rekombinasyonu ve Mutasyon', 'Virüs ve Bakteri Genetiği', 'Biyoteknoloji' konularında modeller yapılmıştır (Şekil 20 - 40).



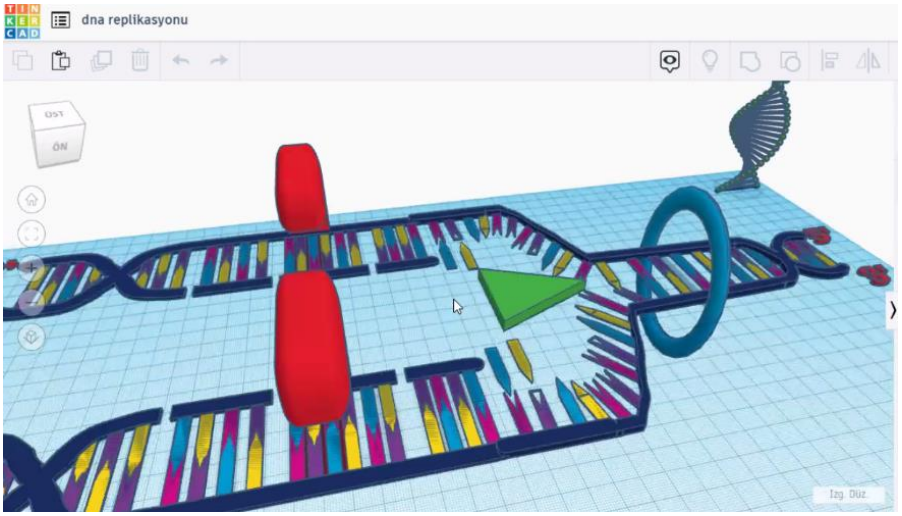
Şekil 20. Tinkercad ile Yapılan Mayoz Bölünme Modeli Örneği



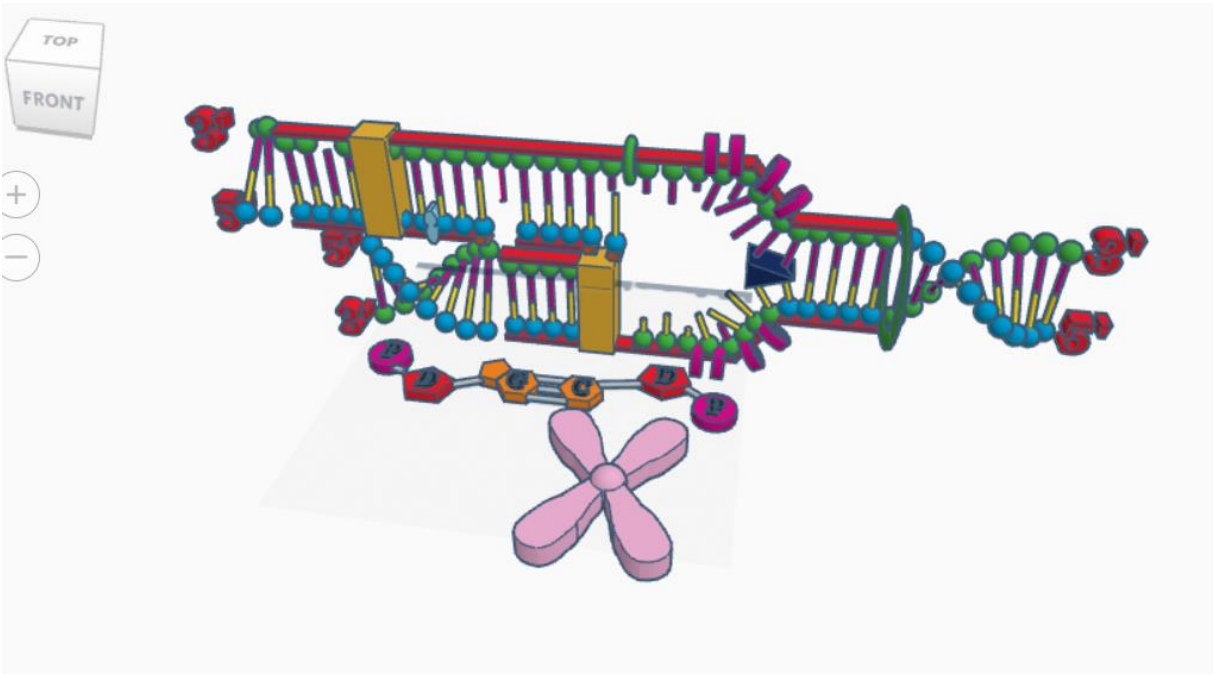
Şekil 21. Somut Materyal ile Yapılan Mayoz Bölünme Modeli Örneği



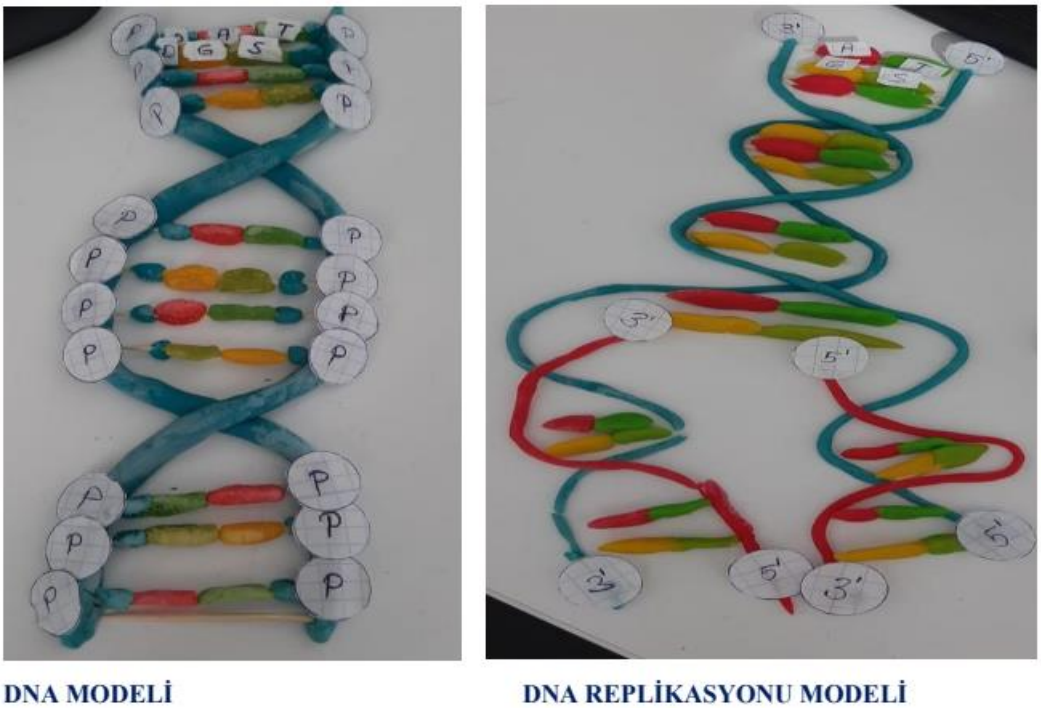
Şekil 22. Tinkercad ile Yapılan DNA Replikasyonu Modeli Örneği



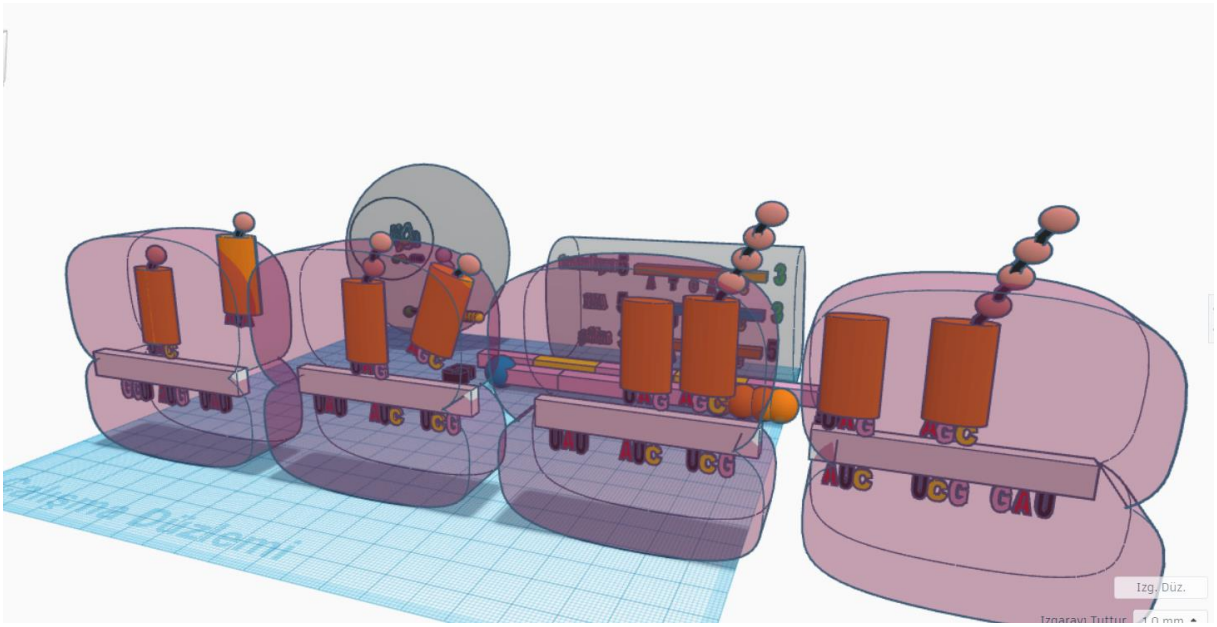
Şekil 23. Tinkercad ile Yapılan DNA Replikasyonu Modeli Örneği-2



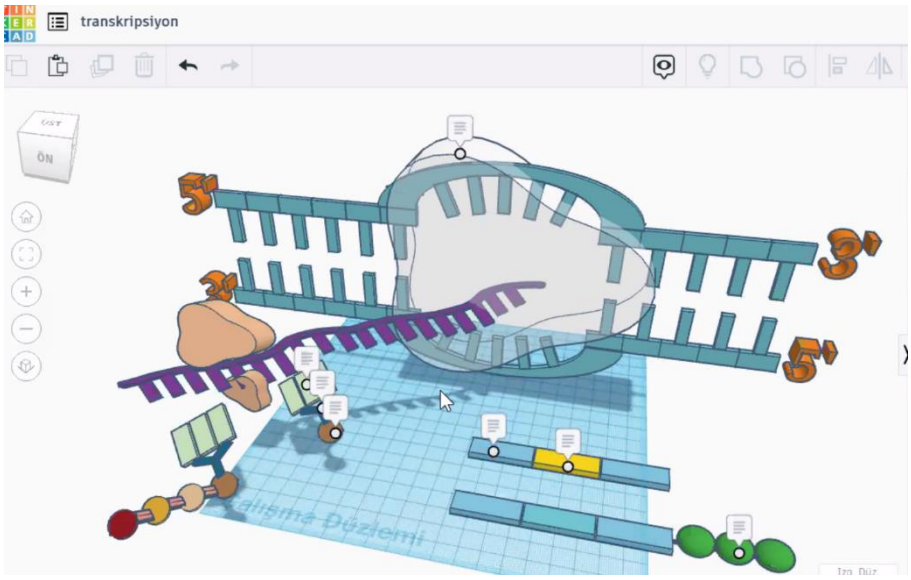
Şekil 24. Tinkercad ile Yapılan DNA Replikasyonu Modeli Örneği-3



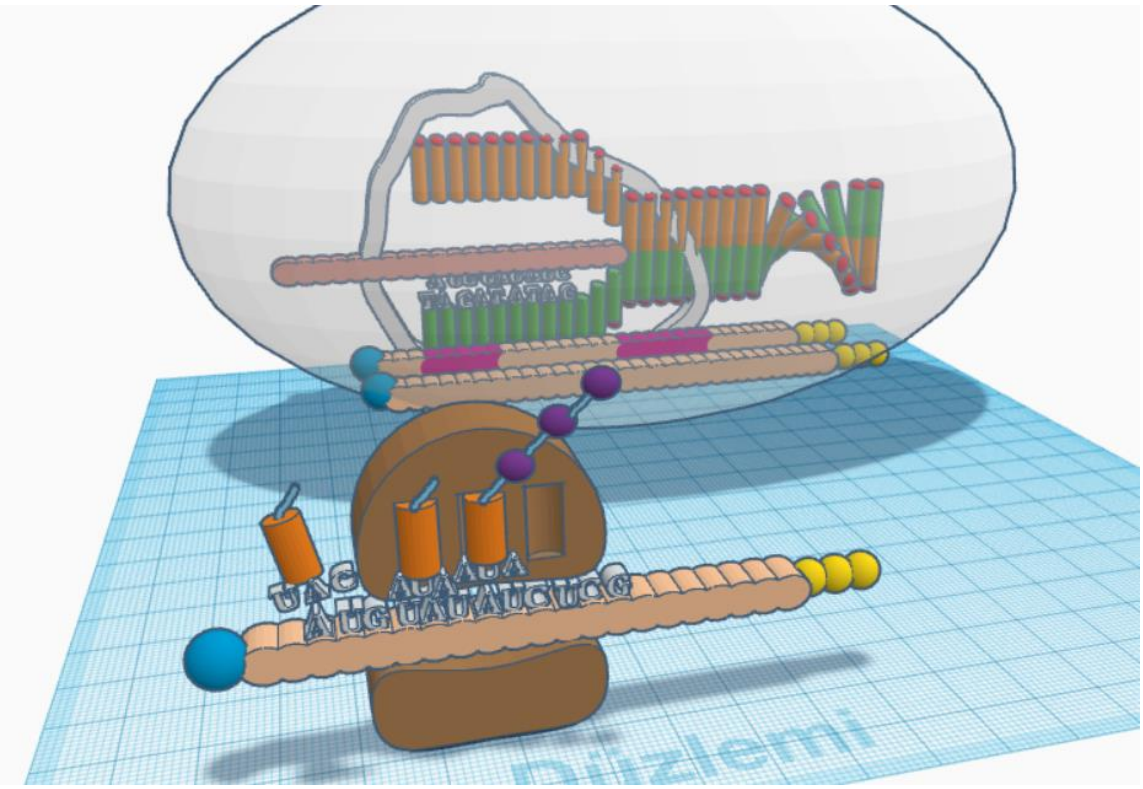
Şekil 25. Somut Materyal ile Yapılan DNA Replikasyonu Modeli Örneği



Şekil 26. Tinkercad ile Yapılan Protein Sentezi Modeli Örneği



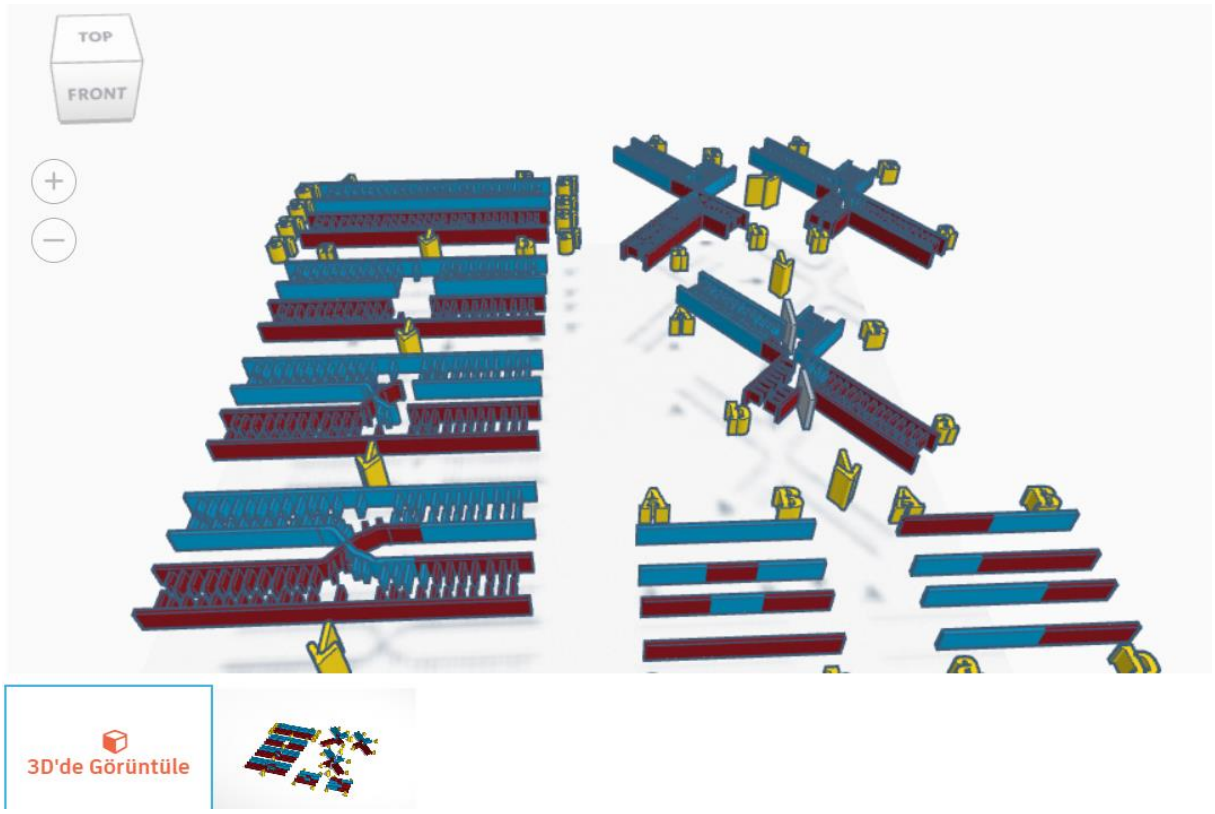
Şekil 27. Tinkercad ile Yapılan Protein Sentezi Modeli Örneği-2



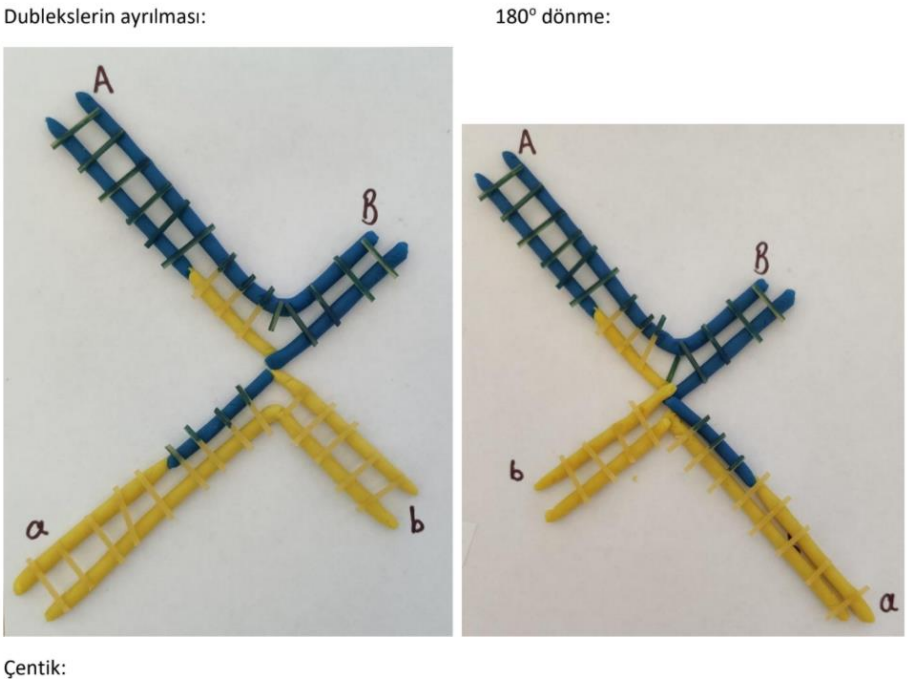
Şekil 28. Tinkercad ile Yapılan Protein Sentezi Modeli Örneği-3



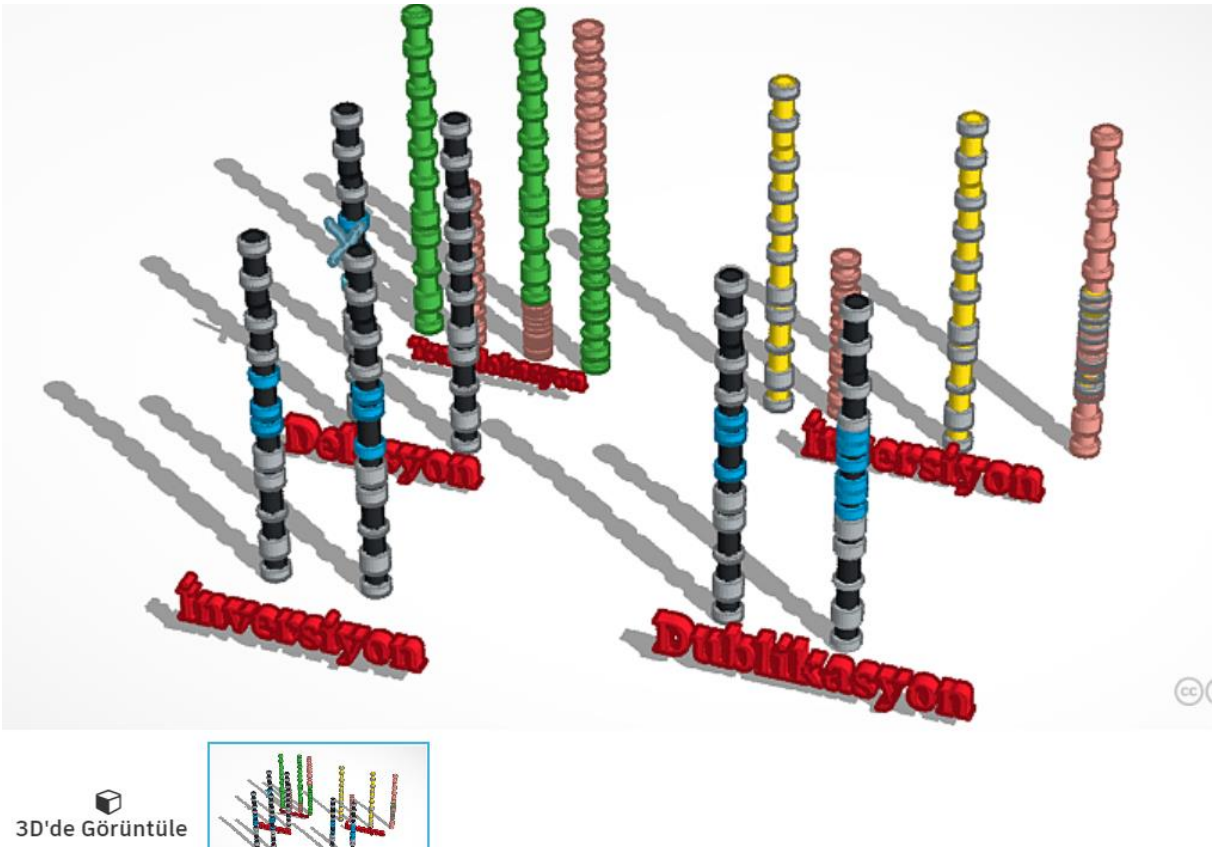
Şekil 29. Somut Materyal ile Yapılan Protein Sentezi Modeli Örneği



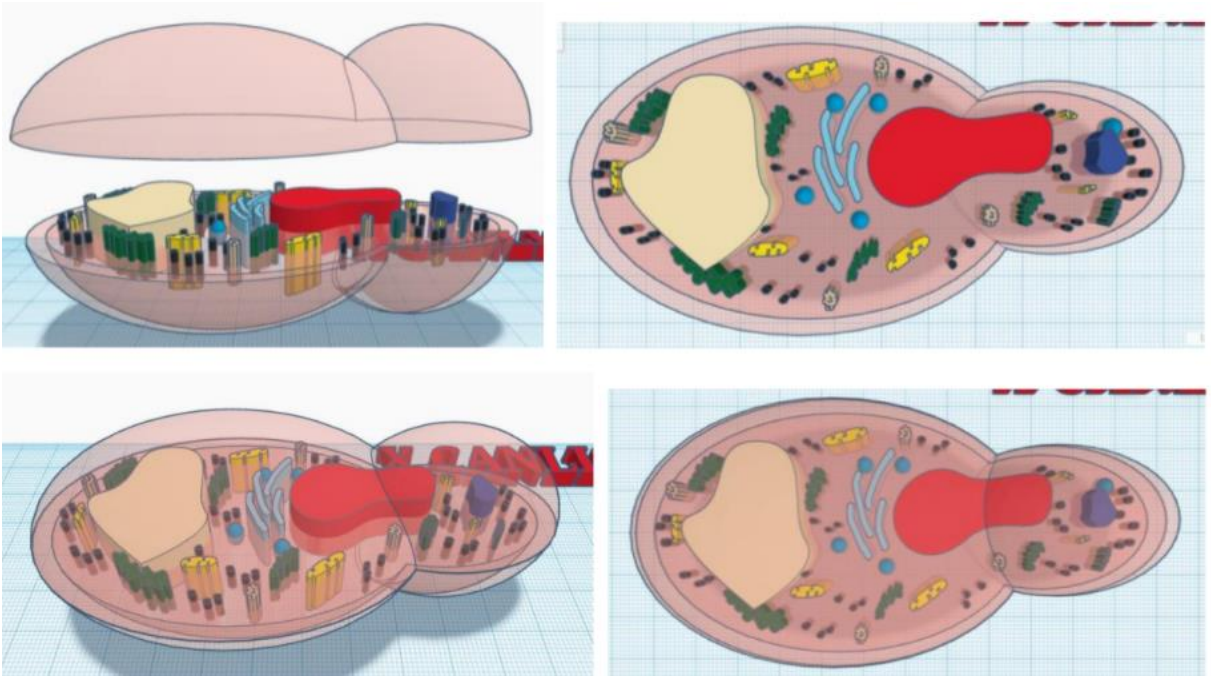
Şekil 30. Tinkercad ile Yapılan DNA Rekombinasyonu Modeli Örneği



Şekil 31. Somut Materyal ile Yapılan DNA Rekombinasyonu Modeli Örneği



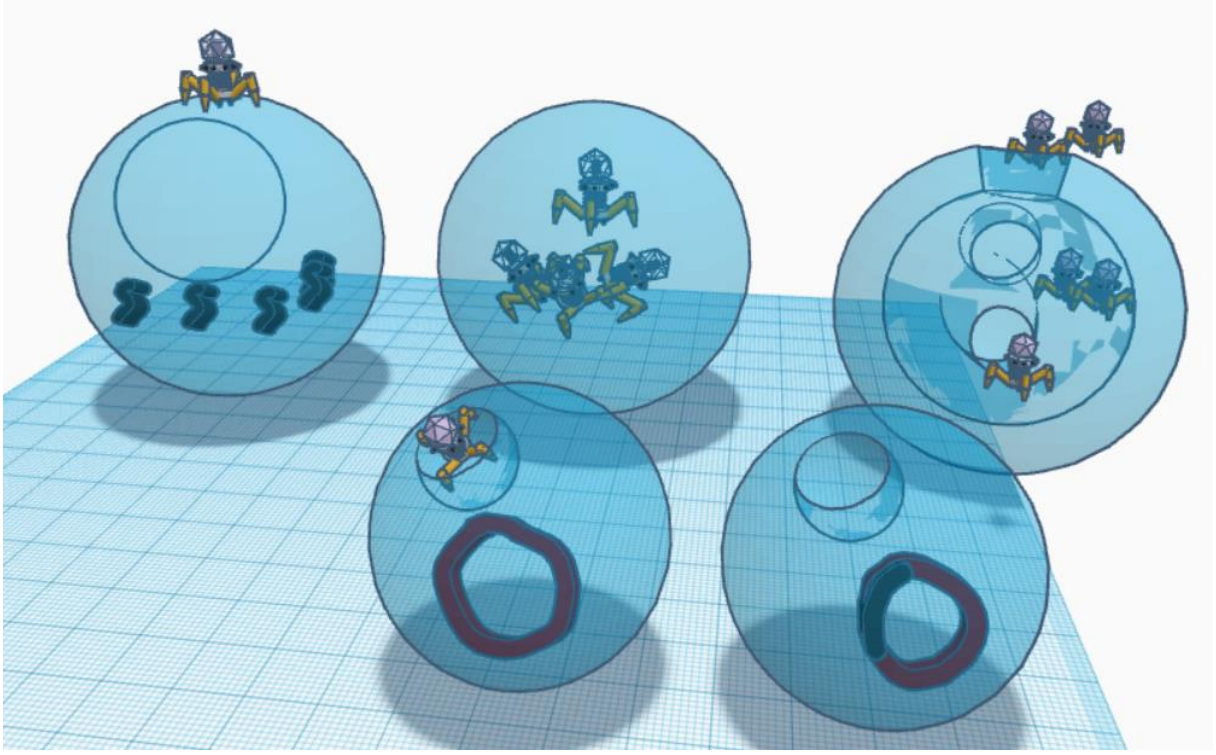
Şekil 32. Tinkercad ile Yapılan Mutasyon Modeli Örneği



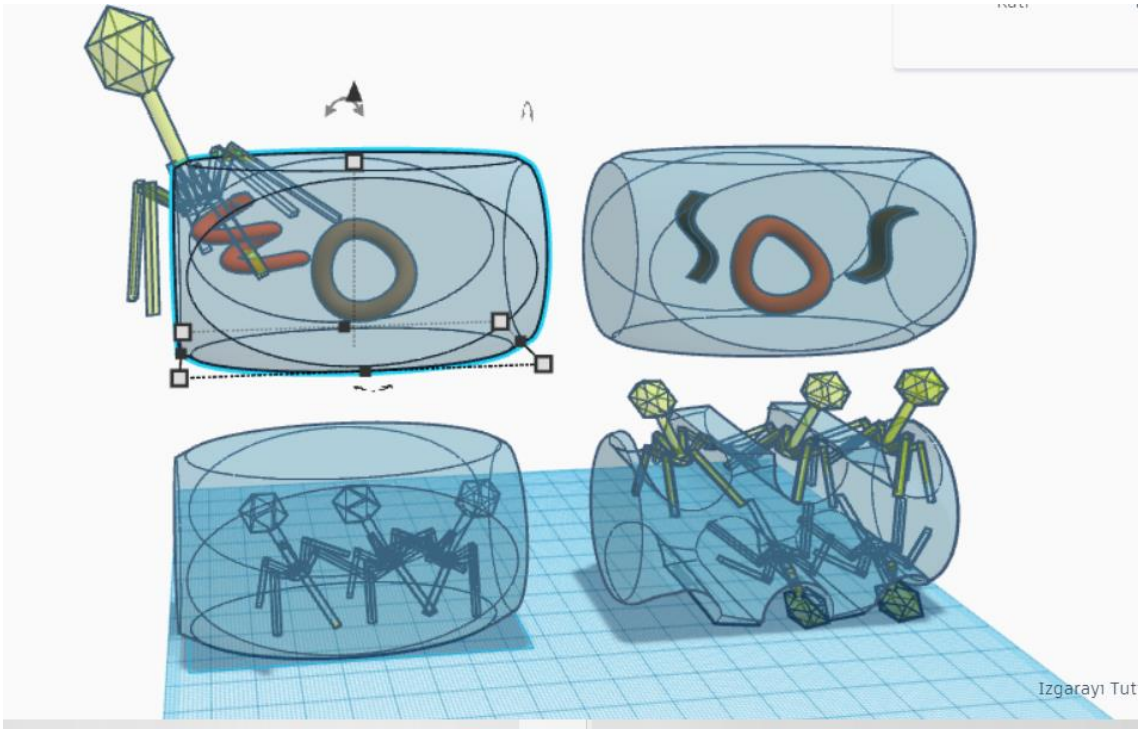
Şekil 33. Tinkercad ile Yapılan Mustasyon Sonucu Oluşan Canlı Modeli Örneği



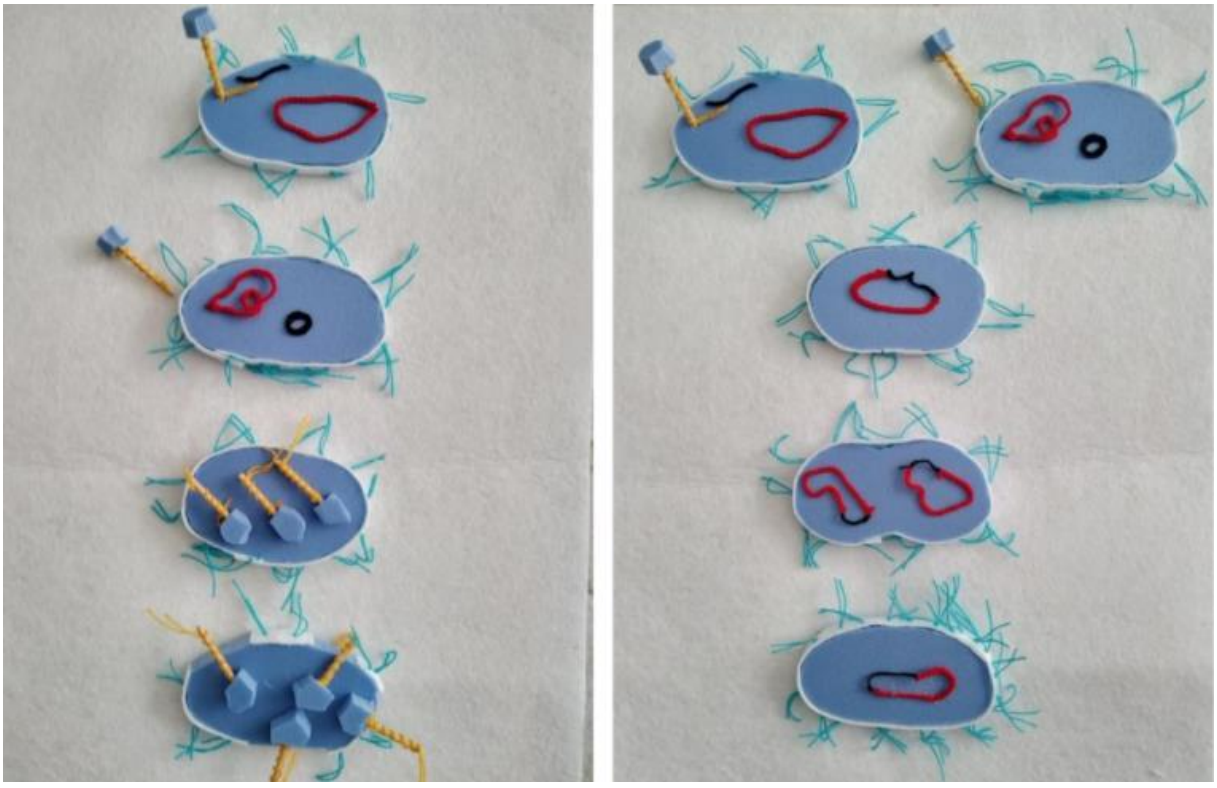
Şekil 34. Somut Materyal ile Yapılan Mutasyon Sonucu Oluşan Canlı Modeli Örneği



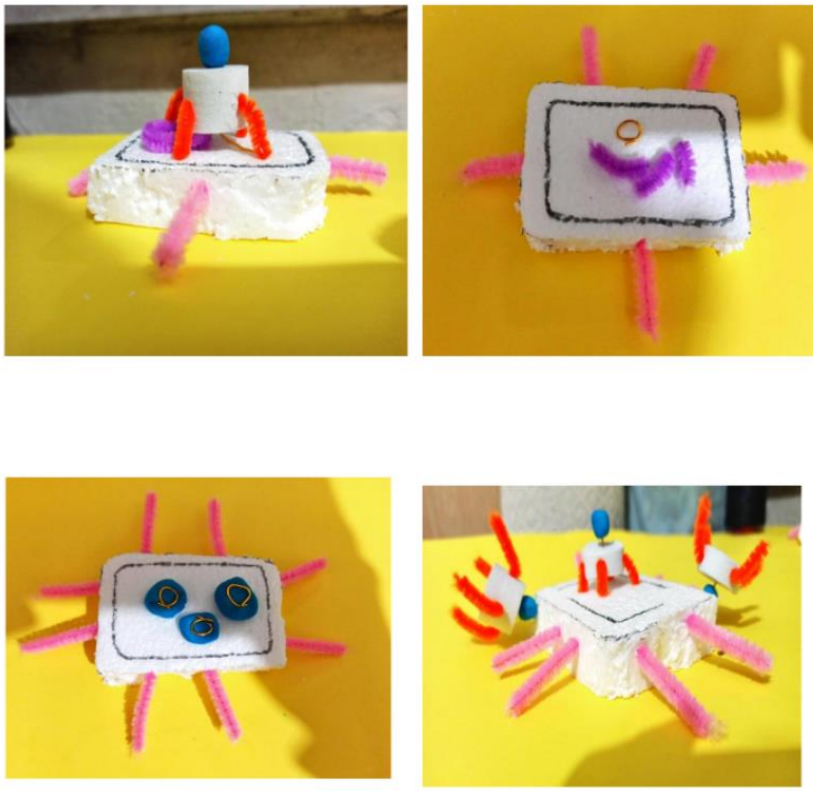
Şekil 35. Tinkercad ile Yapılan Fajların Üreme Döngüsü Modeli Örneği



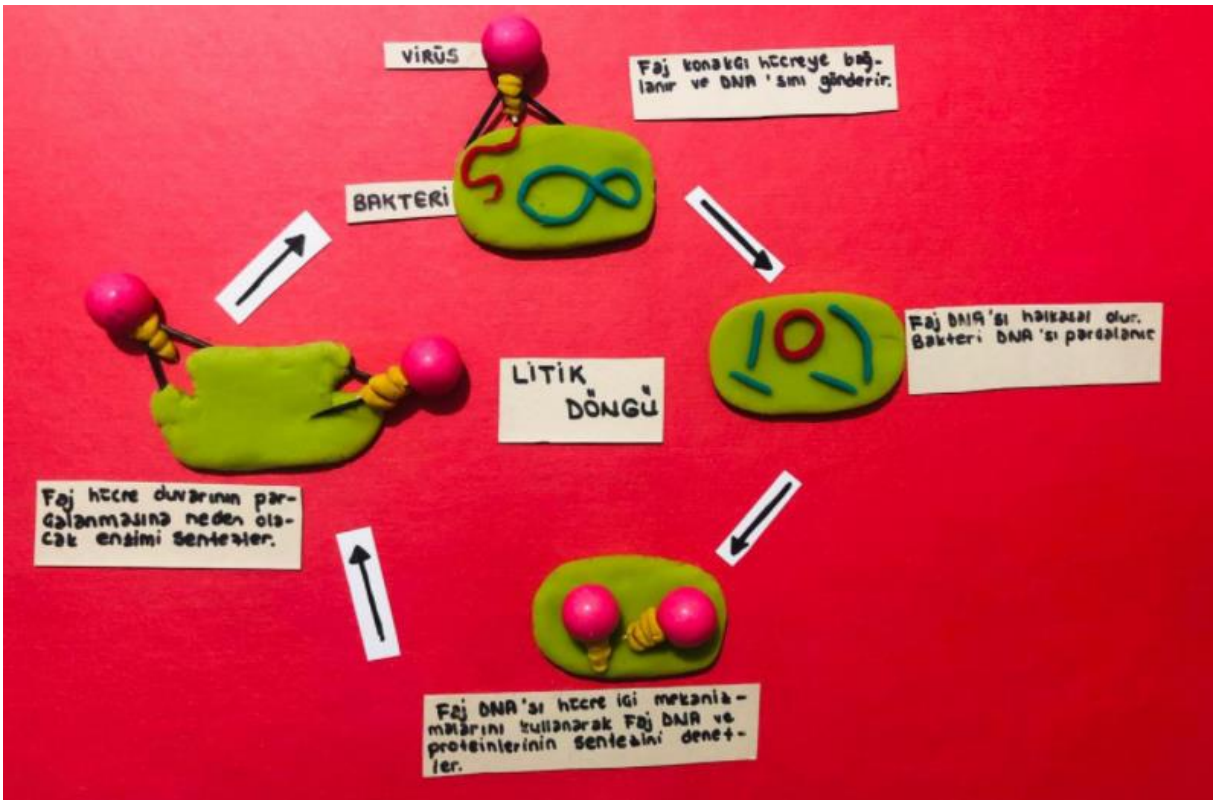
Şekil 36. Tinkercad ile Yapılan Fajların Üreme Döngüsü Modeli Örneği-2



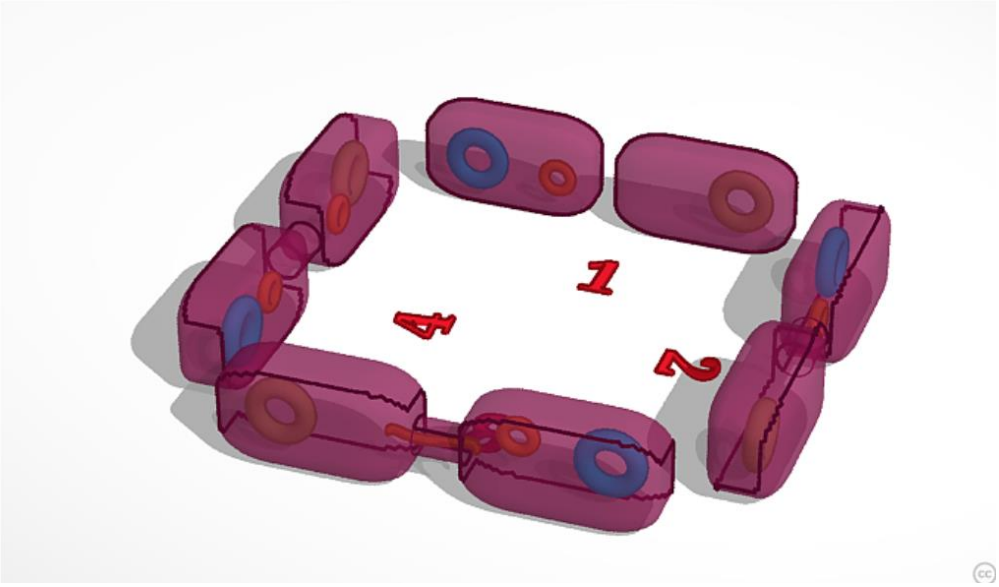
Şekil 37. Somut Materyaller ile Yapılan Fajların Üreme Döngüsü Modeli Örneği-1



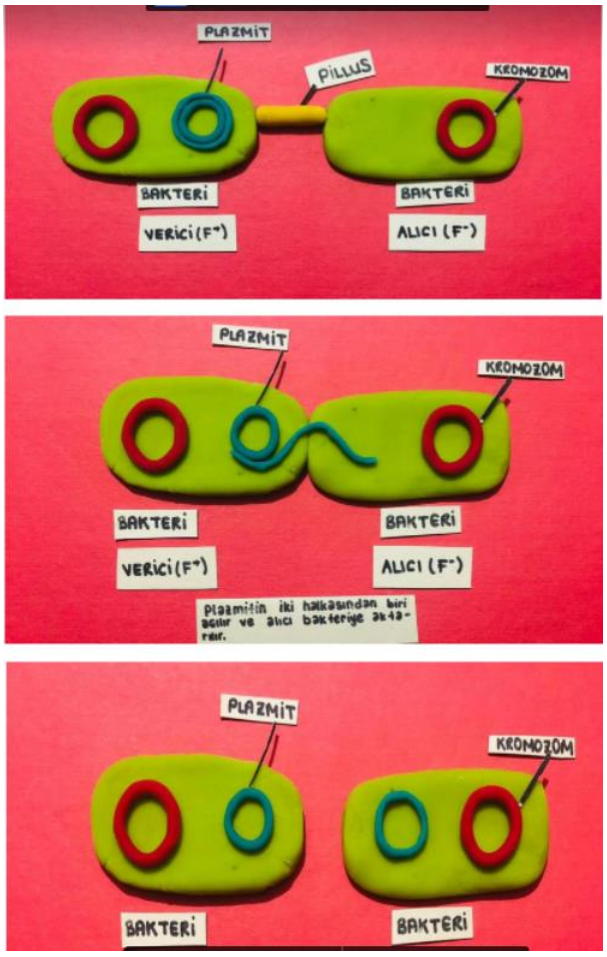
Şekil 38. Somut Materyaller ile Yapılan Fajların Üreme Döngüsü Modeli Örneği-2



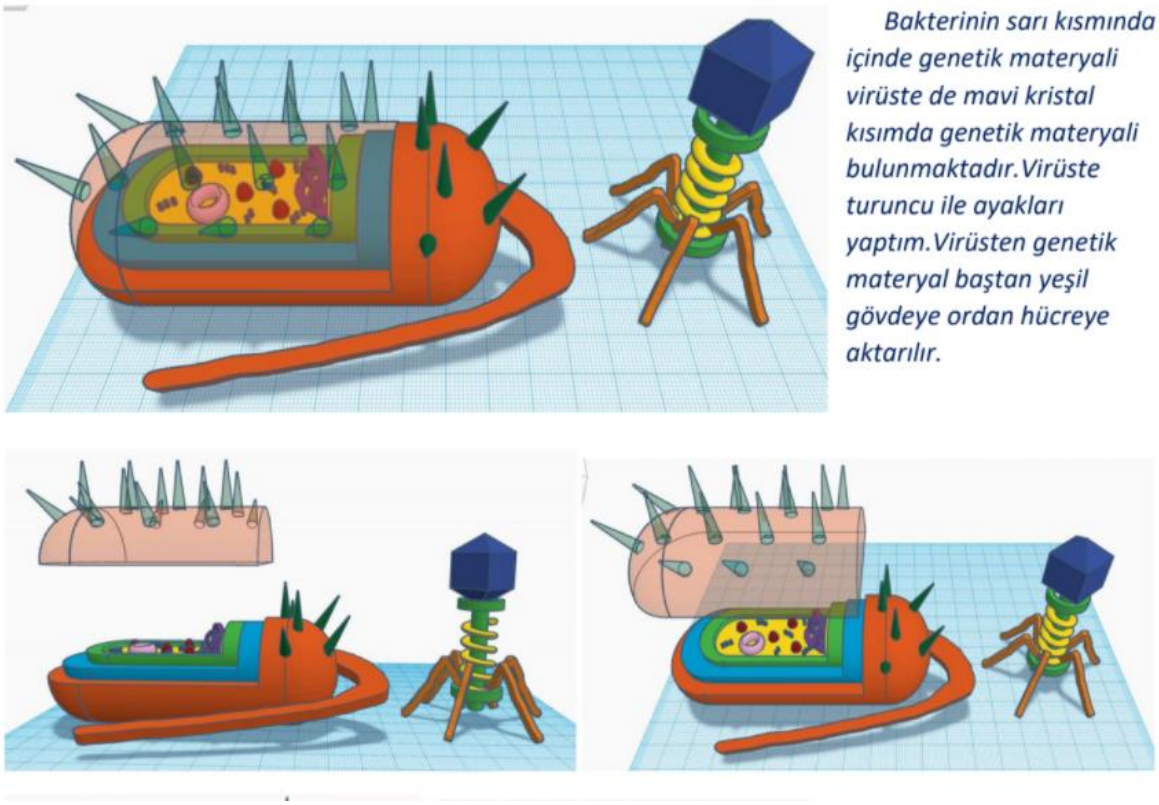
Şekil 39. Somut Materyal ile Yapılan Fajların Üreme Döngüsü Modeli Örneği-3



Şekil 40. Tinkercad ile Yapılan Konjugasyon Modeli Örneği



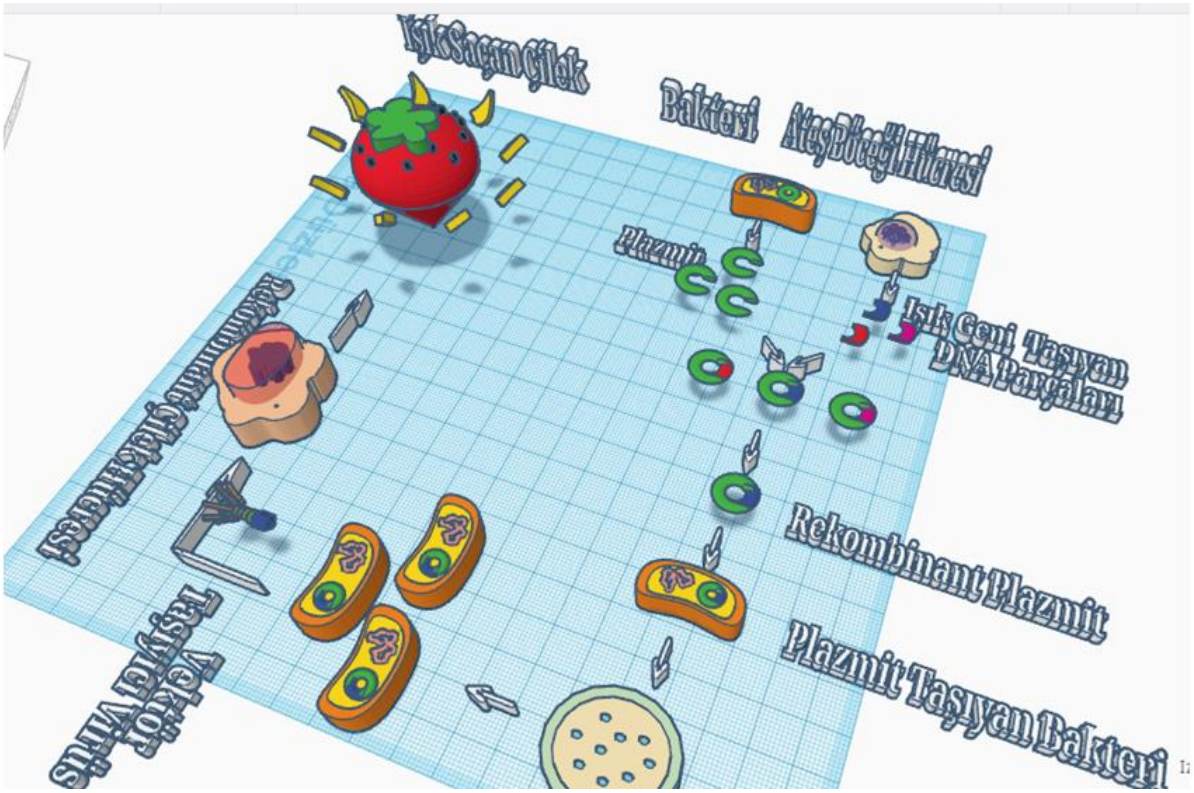
Şekil 41. Somut Materyal ile Yapılan Konjugasyon Modeli Örneği



Şekil 42. Tinkercad ile Yapılan Virüs ve Bakteri Modeli Örneği



Şekil 43. Somut Materyal ile Yapılan Bakteri Modelleri Örneği



Şekil 44. Tinkercad ile Yapılan Transgenik Organizma Oluşturma Modeli Örneği



Şekil 45. Somut Materyal ile Yapılan Transgenik Organizma Oluşturma Modeli Örneği

- **Aşama 3**

Son haftada ise öğretmen adaylarına PUGT ve GBT son testleri uygulanmıştır.

3.4. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada açıklayıcı sıralı desene uygun olarak sırasıyla nicel ve nitel veri toplama yöntemleri kullanılmıştır. Nicel veri toplama sürecinde veri toplama aracı olarak uzamsal yetenek testi ve başarı testi kullanılmıştır. Nitel veri toplama sürecinde ise veri toplama aracı olarak görüşme formu kullanılmıştır. Çalışmanın başında ve sonunda öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerindeki değişimi ölçmek amacıyla Bodner ve Guay (1997) tarafından geliştirilen ve Sevimli (2009) tarafından Türkçe'ye uyarlanan *'Purdue Uzamsal Görselleme Testi'* ve başarılarındaki değişimi tespit etmek için uzman görüşleri alınarak araştırmacı tarafından hazırlanan *'Genetik Başarı Testi'* kullanılmıştır. Çalışmanın nitel boyutunu oluşturan kısımda öğretmen adaylarının süreç içindeki deneyimlerini analiz edilebilmek için nicel verilerin analiz sonuçları ve uzman görüşleri doğrultusunda araştırmacı tarafından hazırlanan görüşme formu ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme, insanların davranışları, duyguları ve etraflarında olan olgu ve gerçekleşen olayları nasıl algıladıklarını ortaya çıkarmak için kullanılan bir tekniktir (Merriam, 2013). Görüşme tekniği, sosyal bilimlerde en çok kullanılan araştırma yöntemlerinden biridir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Araştırmacının görüşme üzerindeki kontrolüne göre biçimsel olmayan görüşme, yapılandırılmamış görüşme, yarı yapılandırılmış görüşme ve yapılandırılmış görüşme olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Gürbüz ve Şahin, 2018). Bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Katılımcıların dünyayı algılama biçimleri görüşme sırasında açık uçlu sorulara yer verilmesi ile mümkün olabilir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde her katılımcıdan spesifik veriler toplanması amacıyla görüşme klavuzu önceden belirlenmiş soru ayrıntıları bulunmayan, esnek sorulardan oluşmaktadır. Böylece konuşma esnasında farklı sorularla farklı konular açılabilir ve katılımcının konu hakkındaki düşünceleri üzerine derinlemesine bilgi edinilebilir (Merriam, 2013).

3.4.1. Nicel veri toplama araçları

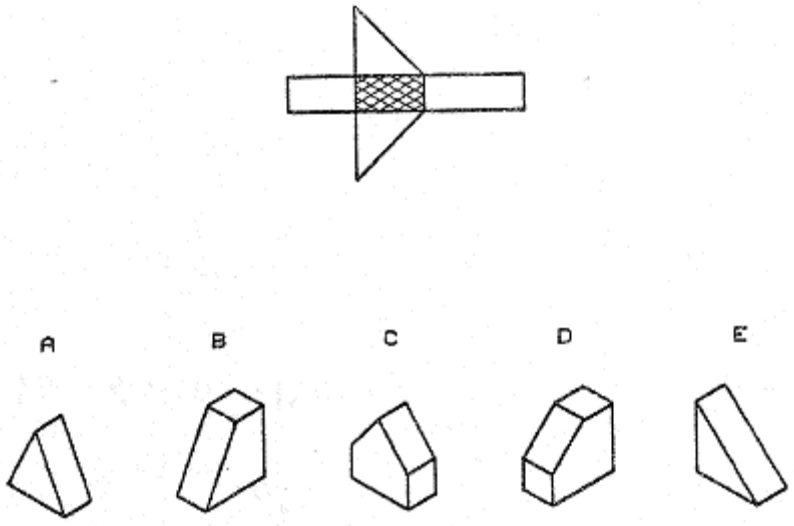
3.4.1.1. Purdue uzamsal görselleme testi

Katılımcıların yüzey açılımı verilen cismi zihinlerinde oluşturma, üç boyutlu nesnelerin dönüşünü görselleştirme, üç boyutlu cisimlere farklı açılardan bakıldığında nasıl görüneceğine dair zihinlerinde canlandırabilme becerilerini ölçmek amacıyla Bodner ve

Guay (1977) tarafından geliştirilen ve Sevimli (2009) tarafından Türkçe'ye uyarlanan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi*, bu çalışmada katılımcıların uzamsal düşünme yeteneklerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır.

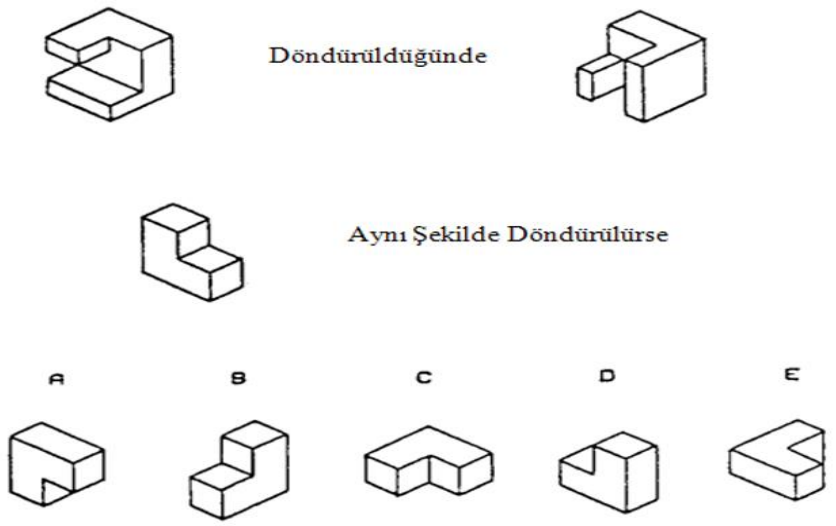
Purdue Uzamsal Görselleme Testi üç alt boyuttan oluşmaktadır: *Açılımlar, Döndürme, Görünümler.* Her bir alt boyutu 12'şer adet çoktan seçmeli soru içermektedir. Testin orjinalinin güvenirlik katsayısı 0.90; uyarlanan halininki 0.84 olarak hesaplanmıştır. Bu testin seçilmesinin sebebi testin katılımcıların farklı şekillerde uzamsal becerilerini ölçecek şekilde tasarlanması ve yüksek güvenirlikle ölçmesidir.

Testin açılımlar aşamasında, ilk olarak katılımcılara bir cismin yüzey açılımına ait bir görsel verilmiştir. Katılımcılardan açılımı verilen cismin 3 boyutlu olarak katlandığında nasıl görüneceğine dair zihinlerinde canlandırmaları ve doğru olan üç boyutlu cismin hangisi olduğunu sorunun altında bulunan A, B, C, D ve E şıkları ile belirtilen beş seçenek arasından seçmeleri istenir. Cismin verilen açılımında bulunan taralı alan cismin taban yüzeyini göstermektedir. Teste ait örnek bir soru Şekil 46'da gösterilmektedir:



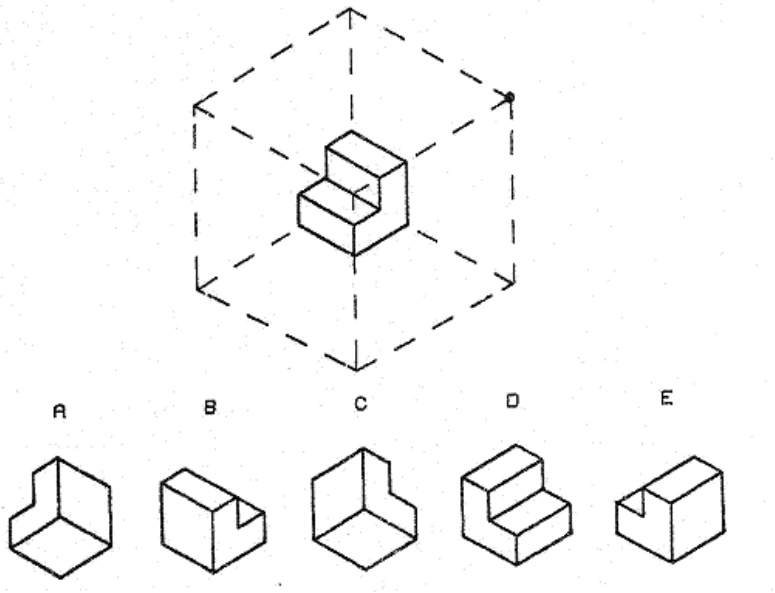
Şekil 46. PUGT'i Açılımlar Aşamasına Ait Örnek Bir Soru

Testin döndürme aşamasında, ilk olarak katılımcılara bir nesnenin üç boyutlu uzayda döndürülmüş hali ölçüt olarak verilmiş onlardan nesnenin hangi yönde ne kadar döndürüldüğünü bulmaları istenmiştir. Ardından başka bir nesnenin aynı şekilde döndürüldüğünde nasıl görüneceğine dair doğru eşleşmeyi sorunun altında A, B, C, D ve E şıkları ile belirtilen beş seçenek arasından olabildiğince hızlı bir şekilde yapmaları istenir. Teste ait örnek bir soru Şekil 47'de gösterilmektedir:



Şekil 47. PUGT' i Döndürme Aşamasına Ait Örnek Bir Soru

Testin görünümler aşamasında ise bir köşesi işaretli cam bir küp içerisinde üç boyutlu bir cisim verilmiş ve soruda katılımcılardan cisme soruda belirtilen açıdan bakıldığında üç boyutlu cismin görüntüsünün nasıl olacağı sorulmuştur. Katılımcılardan zihinlerinde canlandırmalarını ve doğru olan görüntüyü sorunun altında bulunan ve A, B, C, D ve E seçenekleriyle belirtilen görünümlerden seçmeleri istenir. Teste ait örnek bir soru Şekil 48'de gösterilmektedir:



Şekil 48. PUGT'i Görünümler Aşamasına Ait Örnek Bir Soru

3.4.1.2. Genetik başarı testi

Akademik başarı testleri ve testleri geliştirme süreci ölçme ve değerlendirme sürecinin en önemli öğelerindendir. Eğitimde ölçülmek istenen değişkenler genellikle başarı, motivasyon, tutum gibi değişkenlerdir. Bu değişkenlerin ölçülebilmesi için ölçeklerden faydalanılır. Bu ölçeklerin kullanım amacı ise eğitim sürecinde bireye kazandırılması hedeflenen, gözle görünemeyen özellikleri bireyin ne derecede kazandığına ilişkin veri elde etmektir.

Öğrencilerin başarılarının belirlenmesi için çeşitli ölçme araçları kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın kullanıma sahip olanlardan biri çoktan seçmeli testlerdir (Ogan Bekiroğlu, 2004). Çoktan seçmeli testlerin öğretilen birçok konuyu kapsaması, öğrencilerin eksik veya yanlış bilgilerinin tespit edilmesi, uygulaması ve puanlamasının kolay olması gibi özellikleri onun üstün yönlerini oluşturmakta ve uygulamasını yaygınlaştırmaktadır. Öğrencilerin kavram yanılgıları ile ilgili ayrıntılı bilgi vermese de iyi çeldiricilerle hazırlanmış olan çoktan seçmeli testler öğrencilerin var olan kavram yanılgılarının tespit edilmesini ve o konudaki başarı düzeylerinin tespit edilmesini sağlamaktadır (Küçükahmet, 2002). Ayrıca çoktan seçmeli testler sonuçların genellenebilmesini de sağlamaktadır.

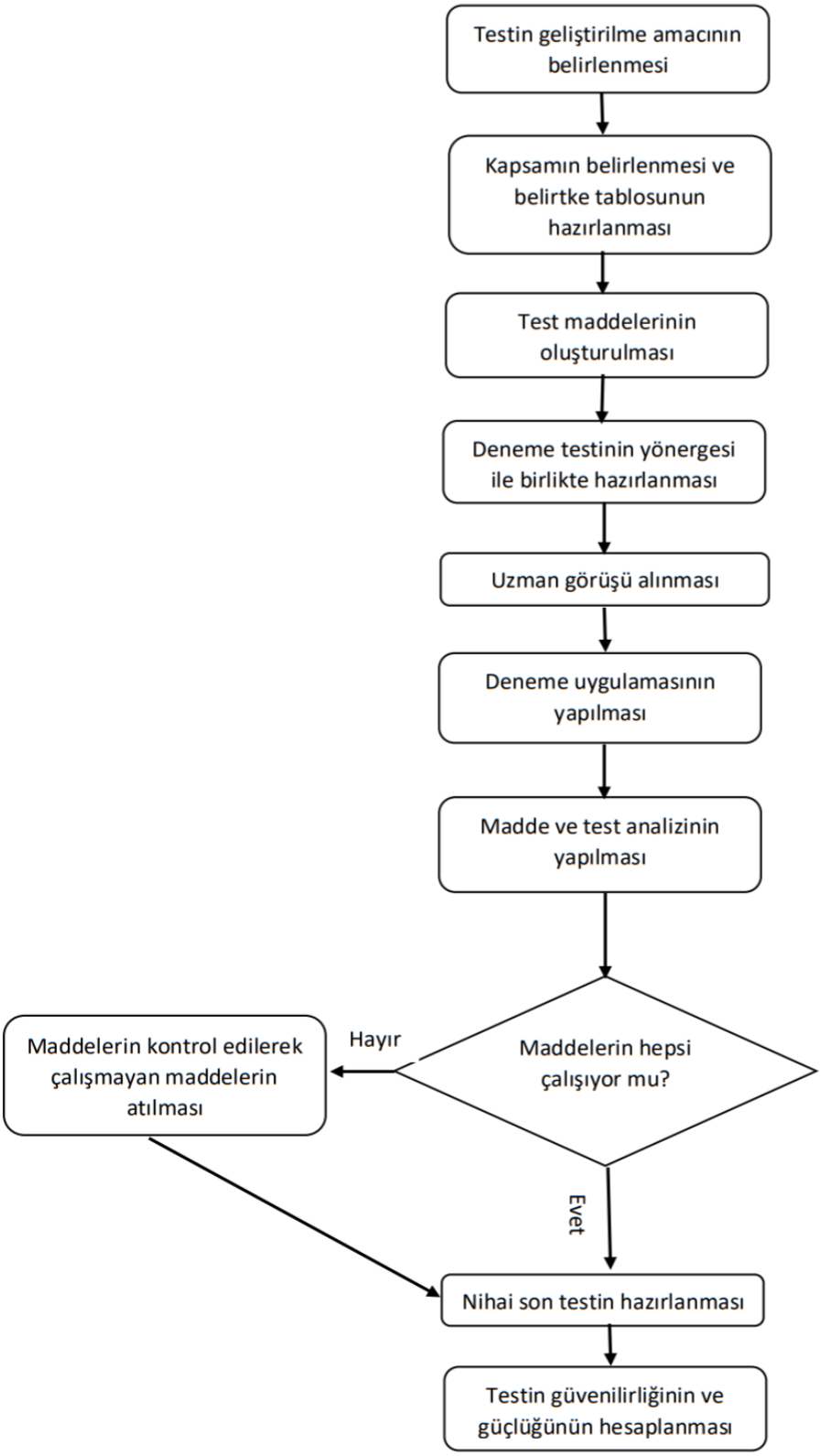
Gönen ve ark. (2011), fen eğitiminde hedeflenen ve bireylerden kazanmaları beklenen bilgi, beceri ve davranışların gerçekleşme seviyesinin belirlenmesi ve bireylerin başarılarının tespit edilmesi amacı doğrultusunda geçerliliği ve güvenilirliği yüksek ölçme araçlarının hazırlanması ve uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da fen bilgisi öğretmen adaylarının Biyoloji 3 dersi moleküler genetik konularına ilişkin başarı durumlarının belirlenebilmesi amacıyla bir başarı testi geliştirilmiştir. Başarı testleri bireylerin başarı düzeylerini ölçmesine ek olarak ölçülen özellik bakımından kişiler arası farkların tespit edilmesi adına da önem taşımaktadır.

Başarı testleri bireylerin bilişsel düzeylerini kategorize eden Bloom taksonomisi kullanılarak geliştirilmektedir. Bloom taksonomisinde bilişsel düzeyler bilginin hatırlanmasıyla başlar, kavrama, uygulama, analiz etme, değerlendirme ve yaratma seviyesinde son bulur. Hatırlama seviyesinden yaratma seviyesine doğru öğrencinin sahip olması gereken üst bilişsel beceri seviyesi artar. Çoktan seçmeli testlerle yaratma basamağı dışında kalan hatırlama, anlama, uygulama, analiz etme, değerlendirme basamağındaki davranışlar ölçülebilmektedir (Şen, 2017).

3.4.1.2.1. Genetik başarı testinin geliştirilmesi

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının Biyoloji 3 dersi moleküler genetik konularındaki akademik başarılarını tespit etmek amacıyla bir başarı testi geliştirilmiştir. Test beş seçenekli çoktan seçmeli sorulardan oluşturulmuştur.

Ölçme aracını hazırlamak planlı ve sistemli çalışmayı gerektirir. Bu çalışmada hazırlanacak olan başarı testi Kan (2014)'nın belirttiği ölçme aracı geliştirme süreci dikkate alınarak geliştirilmiştir. Hazırlanan akış şeması Şekil 49'da gösterilmektedir:



Şekil 49. Başarı Testi Geliştirme Süreci Akış Şeması (Kan, 2014)

Akademik başarı testi geliştirme süreci, Şekil 49'da yer alan Başarı Testi Geliştirme Süreci Akış Şeması'na dayandırılarak maddeler halinde açıklanmıştır.

- **Testin Geliştirilme Amacının Belirlenmesi**

Geliştirilen başarı testi ile fen bilgisi öğretmen adaylarının Biyoloji 3 dersinde yer alan moleküler genetik konularını öğrenme düzeylerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Geliştirilen test, test kapsamındaki konuları gören diğer lisans bölümlerindeki öğrencilerin öğrenme düzeylerini belirlenmesini de sağlayabilir. Aynı zamanda test, öğrencilerin ders başında o konuya dair öğrenme seviyelerinin belirlenmesi, ders sonunda ise neler öğrendiklerinin değerlendirilmesi amacıyla dönem başı ve sonunda uygulanabilir.

- **Kapsamın Belirlenmesi ve Belirtke Tablosunun Hazırlanması**

Biyoloji 3 dersi moleküler genetik konularına dair kazanımlar, derse ve konulara ilişkin ulusal ve uluslararası yazılmış kitap, makale ve ders sunularından yararlanılarak araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan kazanımlar bilişsel öğrenme düzeylerinin tespit edilmesinde kullanılan Bloom taksonomisi dikkate alınarak; bilişsel alanın farklı düzeylerine hitap edecek şekilde yazılmıştır. Yazılan kazanımlar doğrultusunda hedefler belirlenmiştir. Genetik konularından *'Mayoz bölünme ve eşeyli yaşam döngüleri, kalıtımın kromozomal temeli, protein sentezi, mutasyon, virüs ve bakteri genetiği'* konuları kapsamında, yaratma düzeyi dışında kalan; hatırlama, anlama, uygulama, analiz etme ve değerlendirme bilişsel düzeylerine göre belirtke tablosu hazırlanmıştır. Belirtke tablosu satır kısmına hedefler ve altına bloom taksonomisinde yer alan bilişsel düzeyler yazılarak; sütun kısmına ise ders içeriği-konular yazılarak hazırlanmıştır. Oluşturulan soruların hangi konuya ve bilişsel düzeye ait olduğu ve sayısı belirtke tablosunda gösterilmiştir. Oluşturulan belirtke tablosu Ek 3'te sunulmuştur.

- **Test Maddelerinin Oluşturulması**

Test geliştirilirken hazırlanan maddeler ulusal ve uluslararası kitap, sunu, makale ve testlerden yararlanılarak Bloom taksonomisinin farklı bilişsel düzeylerine hitap edecek şekilde hazırlanmıştır. Testin kapsam geçerliliğinin yüksek olması için araştırmacı tarafından yazılan hedefler ve konu içeriklerinin yer aldığı belirtke tablosu hazırlanmış ve sorular bunlar doğrultusunda oluşturulmuştur. Belirlenen konular dâhilinde 14 hedef

belirlenmiştir ve her bir hedefe yönelik ağırlıklarına göre birkaç soru hazırlanmıştır. Toplamda 14 hedefi temsil etmek üzere 39 soru oluşturulmuştur.

- **Uzman Görüşü Alınması**

Araştırmacı tarafından hazırlanan 39 madde yazım kuralları, dil ve anlatımı, bilimsel açıdan doğruluğu, öğretmen adaylarının seviyelerine uygunluğu, belirlenen hedef ve kazanımlara uygunluğu, konuları kapsaması ve test ve maddelerin teknik açıdan hatalı olup olmadığının tespit edilebilmesi amacıyla genetik alanında uzman 3 öğretim üyesine (biyoloji, biyoloji öğretmenliği ve fen bilgisi öğretmenliği bölümlerinden) sunularak görüşleri alınmıştır. Tablo 3.6'da görüşleri alınan uzmanların demografik özellikleri gösterilmektedir. Görüşleri doğrultusunda bazı sorular üzerinde düzeltme yapılmış, sorularda eksiltmeye gidilmemiş, deneme testinin hazırlanan 39 soru üzerinden gerçekleştirilmesi kararlaştırılmıştır.

Tablo 3.6. Görüşleri Alınan Uzmanların Demografik Özellikleri

Uzman No	Unvan	Alan
1	Prof. Dr.	Fen Bilimleri Eğitimi
2	Prof. Dr.	Biyoloji Eğitimi
3	Dr. Öğr. Üyesi	Biyoloji-Zooloji

- **Deneme Uygulamasının Yapılması**

Hazırlanan 39 soruluk test, 2020-2021 bahar yarıyılında Biyoloji 3 dersini almış 102 öğretmen adayına Google Forms üzerinden çevrimiçi olarak uygulanmıştır. Toplanan verilerin çözümlenmesinde SPSS 15.0 paket programı kullanılarak katılımcıların her bir doğru cevabına karşılık '1', boş veya yanlış cevaplarına karşılık '0' kodlanmıştır. Bu durumda katılımcıların testten alabileceği en yüksek puan 39, en düşük puan 0 olarak belirlenmiştir.

- **Madde ve Test Analizlerinin Yapılması**

Bu aşamada oluşturulan maddelerin zorluk ve kolaylığının tespit edilmesini sağlayan madde güçlük indeksi (Pjx) ve maddenin amacına uygun olarak bilen ve bilmeyen katılımcıları birbirinden ne kadar ayırdığını tespit etmede kullanılan madde ayırt edicilik indeksi (Rjx) hesaplanmıştır. Madde analizi için öncelikle testi çözen öğretmen adaylarının puanları yüksekten düşüğe doğru sıralanmıştır. Bu sıralamaya göre %27'lik alt ve üst gruplar

oluşturulmuş ve her bir madde-soru için alt ve üst grupların yer aldığı aşağıdaki madde analiz formülleri kullanılarak madde güçlük indeksleri ve madde ayırt edicilik indeksleri hesaplanmıştır:

$$\text{Pjx} = \frac{D_{Ü} + D_A}{N_{Ü} + N_A} \qquad \text{Rjx} = \frac{D_{Ü} - D_A}{N_{Ü}\ veya\ N_A}$$

Pjx: Madde güçlük indeksi
Rjx: Madde ayırt edicilik indeksi
$D_{Ü}$: %27'lik üst grupta maddeyi doğru cevaplayan öğretmen adayı sayısı
D_A: %27'lik alt grupta maddeyi doğru cevaplayan öğretmen adayı sayısı
$N_{Ü}$: %27'lik üst grupta bulunan toplam öğretmen adayı sayısı
N_A: %27'lik alt grupta bulunan toplam öğretmen adayı sayısı

Madde analizinde gerekli olan öğretmen adayı sayısının belirlenmesi için testi çözen 102 öğretmen adayının puanları yüksekten düşüğe doğru sıralanmıştır. Bu sıralamada en yüksek puanı alan öğretmen adaylarının %27'sini kapsayan ilk 28 ve en düşük puanı alan öğretmen adaylarının %27'sini kapsayan son 28 öğretmen adayının puanları dikkate alınarak madde güçlük indeksleri (Pjx) ve madde ayırt edicilik indeksleri (Rjx) hesaplanmıştır. Ayrıca soruların ayırt edicilik düzeylerinin tespit edilmesi için alt ve üst gruplar üzerinden bağımsız gruplar t-testi de yapılmış ve Tablo 3.7'de Pjx, Rjx ve p anlamlılık değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 3.7. Başarı Testi %27'lik Üst ve Alt Gruplar Arası Madde Analizi ve T-testi Sonuçları

Sorular	Ortalama Madde Güçlük İndeksi (Pjx)	Ortalama Madde Ayırt Edicilik İndeksi (Rjx)	Anlamlılık Değeri (p)	Sonuç
1*	.55	-.11	.259	Başarı testinden çıkarıldı
2	.63	.68	.000	
3	.63	.32	.001	
4	.84	.32	.000	
5	.93	.07	.037	
6	.91	.11	.004	
7	.48	.75	.428	
8	.36	.43	.000	
9	.45	.68	.029	
10	.73	.54	.000	
11	.71	.50	.000	
12	.34	.61	.000	
13	.75	.43	.000	
14	.68	.64	.000	
15	.68	.64	.000	
16*	.54	.57	.201	Başarı testinden çıkarıldı.
17	.71	.57	.000	

18	.70	.61	.000	
19	.63	.75	.000	
20	.52	.54	.536	
21	.73	.54	.000	
22*	.91	.11	.004	Başarı testinden çıkarıldı.
23	.59	.75	.000	
24	.89	.21	.000	
25	.75	.50	.000	
26	.86	.21	.000	
27	.77	.46	.000	
28	.64	.71	.032	
29	.43	.36	.166	
30*	.45	.18	.000	Başarı testinden çıkarıldı.
31	.68	.64	.000	
32	.59	.75	.000	
33	.73	.32	.000	
34	.32	.29	.000	
35	.57	.86	.000	
36	.64	.71	.000	
37	.66	.61	.000	
38	.70	.61	.000	
39	.16	.18	.000	

***Başarı testinden çıkarıldı.**

Tablo 3.7'den de görüldüğü gibi bazı sorular testten çıkarılmıştır. Nihai testte bulunacak maddelerin seçiminde ilk olarak maddelerin ayırt edicilik indeksleri ve bağımsız gruplar *t*-testi analizi sonucunda bulunan p değerleri dikkate alınmıştır. Ayırt edicilik indeksi (Rjx) maddenin bilenle bilmeyen bireyleri ne düzeyde ayırdığını gösterir. Bu değerin .40'ın üzerinde olması ayırt ediciliğinin yüksek olduğunu gösterirken .20'den düşük olması ayırt ediciliğinin düşük olduğunu gösterir. Dolayısıyla o madde testten çıkarılmalıdır (Büyüköztürk, 2012). Aynı şekilde her madde için %27'lik üst ve alt gruplar arasında yapılan bağımsız gruplar *t*-testi analizi sonucunda gruplar arasında anlamlı fark olması ($p<.05$) maddelerin ayırt edici olduğunun başka bir göstergesidir. Anlamlı fark olmaması durumunda da maddeler testten çıkarılmalıdır (Kan, 2014). Tablo 3.7 incelendiğinde 1, 5, 6, 22, 30, 39 nolu soruların Rjx değerlerinin <.20 olduğundan ve 1, 7, 16, 20, 30 nolu sorular için p>.05 olduğundan dolayı alt üst gruplar arasında ayırt ediciliği sağlayamadığı görülmektedir. Bu sonuçlar belirlenen maddelerin testten çıkarılması gerektiğini gösterse de ayırt ediciliği düşük olan m5, m6 nolu sorular için $p<.05$ olması alt ve üst gruplar arasında soruların ayırt edici olduğunun başka bir göstergesi olduğundan dolayı bu sorular testten çıkarılmamıştır. Aynı şekilde *t*-testi sonuçları anlamlı fark göstermediğinden dolayı elenmesi gereken 7, 20 nolu soruların ayırt edicilik indeks değerleri yüksek çıktığından dolayı nihai testte kalmaları kararlaştırılmıştır. Öte yandan kapsam geçerliliği için hazırlanan belirtke tablosu (Ek 3)

incelendiğinde 1, 16, 22 ve 30 nolu soruların testten çıkarılması durumunda kapsam geçerliliğinin bozulmayacağı tespit edilmiş ve testten çıkarılmışlardır. Bu durumda toplamda 35 soru kalmış ve kalan soruların ayırt edicilik indeksi .51 olarak hesaplanmıştır. Bu değer soruların bilen ve bilmeyenleri yüksek düzeyde ayırt ettiğinin bir göstergesidir.

Maddelerin seçiminde son olarak madde güçlük indeksleri (Pjx) değeri incelenmiş ve bu değerin .20 ile .80 değerleri arasında olmasına dikkat edilmiştir (Özçelik, 1981). Bu değerler arasında olmayan maddeler bulunsa da, bu maddelerin testten çıkarılmasının kapsam geçerliğini bozacağının belirlenmesi üzerine maddelerin nihai teste alınmasına karar verilmiştir.

- **Testin Güvenirliğinin Hesaplanması**

Güvenirlik hazırlanan testin amaçlanan özelliği ne derece doğru ölçtüğü ile ilgili bir kavramdır (Can, 2020). Bu çalışmada güvenirlik katsayısı olan r KR-20 yöntemi ile hesaplanmıştır. KR-20 her bir doğru cevaba 1, yanlış cevaba 0 puan verilen ve testteki her bir maddenin güçlüğünün bilinmesi durumunda kullanılmak üzere geliştirilen bir yöntemdir (Büyüköztürk ve ark., 2017). Güvenirlik katsayısı 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Bu değerin .70 veya daha yüksek olması testten alınan puanların güvenirliğinin yeterli düzeyde olduğunu ve .90'dan yüksek olması güvenirliğin yüksek düzeyde olduğunu gösterir. Bu çalışmada geliştirilen *'Genetik Başarı Testi'* güvenirlik katsayısı (r) KR-20 yöntemi hesaplaması sonucunda .95 olarak bulunmuştur. Bu değer öğretmen adaylarının testten aldıkları puanların güvenirliğinin yüksek olduğunun bir göstergesidir.

3.4.2. Nitel veri toplama araçları

3.4.2.1. Görüşme formu

Öğretmen adaylarının uygulama sürecine ilişkin deneyimlerini analiz edebilmek için uzman görüşleri doğrultusunda araştırmacı tarafından hazırlanan görüşme formu ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir (Ek 5). Görüşme formunda yer alan sorular nicel veri analiz sonuçlarına bakılarak TYS modeli ve üç boyutlu modelleme süreçleri ile ilgili yönlendirici olmayan açık uçlu sorulardan oluşturulmuştur. Katılımcıların rahatça düşüncelerini dile getirebilmeleri amacıyla görüşme öncesinde iletişime geçilerek görüşme için uygun zaman ayarlanmıştır. Görüşme öncesinde çalışma hakkında bilgi verilmiş, görüşme yapılırken ses ve görüntü kaydının alınacağı fakat görüşme sonucu elde edilen verilerin gizli ve bu çalışma ile sınırlı kalacağı, kimliklerinin de aynı şekilde gizli kalacağı

belirtilerek katılımcılardan izin istenmiştir. Ardından video konferans yöntemi ile görüşmeler gerçekleştirilmiş ve ses, video kaydı alınmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Öğretmen adaylarının akademik başarı ve uzamsal yeteneklerindeki değişikliklerin analizi için çalışmanın başında ve sonunda ön test-son test uygulanmıştır. Öğretmen adayların uygulama süreci hakkındaki görüşlerini incelemek üzere ise yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

3.5.1. Nicel verilerin analizi

Genetik Başarı Testi ve *Purdue Uzamsal Görselleme Testi* ön test ve son test olarak uygulanmış ve elde edilen veriler analiz edilmiştir. Kullanılacak olan istatistiksel analiz türünün (parametrik veya non-parametrik testlerin) belirlenmesinde bazı kriterler dikkate alınmıştır. Bunlardan ilki çalışmadaki katılımcı sayısıdır. Büyüköztürk (2009)'e göre deneysel bir çalışmada parametrik testlerin kullanılabilmesi için her bir grupta en az 15 kişi bulunmalıdır. Bu çalışmada Tinkercad grubu ve Somut Model grubu olmak üzere iki deney grubu bulunmaktadır. Gruplardaki katılımcı sayıları sırasıyla 25 ve 32'dir. Dolayısıyla bu kriter karşılanmaktadır. Fakat yalnızca bu kriterin karşılanması parametrik testlerin kullanılabilirliği açısından yeterli değildir.

Bir diğer kriter verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin tespit edilmesidir. Veriler normal dağılım gösterdiği takdirde parametrik testler kullanırken, normal dağılım göstermediği takdirde non-parametrik testler kullanılır. Bu çalışmada verilerin normalliğini tespit etmek için normallik testi uygulanmıştır. Test sonucunda Shapiro-Wilk değerlerinin 0,05'ten büyük olmasına veya çarpıklık ve basıklık katsayılarının -1 ve +1 değerleri arasında olmasına dikkat edilmiştir. Verilerin bu kriteri de sağlaması sonucunda veri analiz sürecinde parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Parametrik testlerden de öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası aldıkları puan ortalamalarını kullanarak grupları birbirleri ve kendi aralarında karşılaştırmayı sağlayan bağımlı örneklem *t*-testi, bağımsız örneklem *t*-testi ve ANCOVA (kovaryans analizi) analizi uygulanmıştır.

Birçok istatistiksel veri analizleri farkın var olup olmadığını tespit etse de bu farkın etkisi veya büyüklüğü konusunda bilgi vermez. Bundan dolayı *t*-testi gibi hipotez testlerinde anlamlı fark çıktığı takdirde etki büyüklüğünün ayrıca hesaplanması gerekir (Can, 2019).

Bu, farkın büyüklüğü konusunda bize bilgi vermesi açısından önemlidir. Bu çalışmada etki büyüklüğü kısmi eta kare ve Cohen *d*'si ile hesaplanmıştır. Kısmi eta kare değeri SPSS'de kovaryans analizi sonucu hesaplanırken Cohen *d* değeri sırasıyla bağımlı grup *t*-testi analizi ve bağımsız gruplar *t*-testi sonucuna göre aşağıdaki formüllerle hesap edilmiştir:

$$d = \frac{t}{\sqrt{N}} \qquad d = t * \sqrt{\frac{N1+N2}{N1*N2}}$$

d:Cohen d'si

t: T-testi sonucu

N_1 ve N_2: Gruplardaki katılımcı sayıları

Etki büyüklüğü olarak hesaplanan Cohen *d*'si değerlendirilirken d değerinin sırasıyla 0,2, 0,5, 0,8, 1,0 ve üzeri değerleri; küçük, orta, yüksek ve çok yüksek etki olarak değerlendirilir (Cohen, 1988) Etki büyüklüğü olarak eta kare için ise sırasıyla 0,2, 0,6, 0,14 ve 0,20 değerleri; küçük, orta, büyük ve çok büyük etki olarak değerlendirilmektedir (Cohen, 1988). Bu çalışmada da bu değerlere dikkat edilerek etki büyüklükleri yorumlanmıştır.

3.5.1.1. Genetik başarı testinin analizi

Çalışmanın nicel kısmında toplanan verilerinin bir kısmını oluşturan ve araştırmacı tarafından geliştirilen *Genetik Başarı Testinden* elde edilen verilerin çözümlenmesinde SPSS 15.00 paket programı kullanılmıştır. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının verdikleri her bir doğru cevaba karşılık '1' ve her yanlış veya boş cevaba karşılık '0' kodlanmıştır. Elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılmış ve hesaplamalar öğretmen adaylarının verdikleri doğru cevaplar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yapılan istatistiksel işlemler toplam puan üzerinden gerçekleştirilmiştir. Alt problemlerden 'Biyoloji 3 dersinde uygulanan TYS modeli çerçevesinde Tinkercad ve somut materyal kullanılarak gerçekleştirilen 3D modelleme öğretmen adaylarının akademik başarılarını nasıl etkiler?' sorusuna yanıt aramak için öncelikle grupların ön test puan ortalamalarının bağımsız örneklem *t*-testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Diğer yandan katılımcıların biyoloji başarılarında bir farklılık olup olmadığının tespit edilebilmesi için grupların kendi içinde ön-test ve son-test ortalama puanları arasındaki fark üzerinden bağımlı gruplar *t*-testi analizi yapılmıştır. Son olarak hangi modellemenin başarıyı arttırmada daha etkili olduğunun tespit edilebilmesinde iki farklı grubun bağımsız değişkene ait ölçümlerinin karşılaştırmasını sağlayan bağımsız

gruplar *t*-testi analizi yapılmıştır. Yapılan *t*-test sonuçlarına göre ortalamalar arasında fark çıkması durumunda farkın büyüklüğünün tespit edilebilmesi amacıyla Cohen *d* etki büyüklüğü değeri hesaplanmış ve bulgular kısmında tablolar halinde sunulmuştur.

3.5.1.2. Purdue uzamsal görselleme testi analizi

Purdue Uzamsal Görselleme Testinden elde edilen verilerin çözümlenmesinde SPSS 15.00 paket programı kullanılmıştır. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının verdikleri her bir doğru cevaba karşılık '1' ve her yanlış veya boş cevaba karşılık '0' kodlanmıştır. Elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılmış ve hesaplamalar öğretmen adaylarının verdikleri doğru cevaplar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yapılan istatistiksel işlemler toplam puan üzerinden gerçekleştirilmiştir. Alt problemlerden 'Biyoloji 3 dersinde uygulanan ters yüz sınıf modeli çerçevesinde tinkercad ve somut materyal kullanılarak gerçekleştirilen 3D modelleme öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini nasıl etkiler?' sorusuna yanıt aramak için öncelikle grupların ön test puan ortalamalarının bağımsız örneklem *t*-testi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Diğer yandan katılımcıların uzamsal yeteneklerinde bir farklılık olup olmadığının tespit edilebilmesi için grupların kendi içinde ön-test ve son-test ortalama puanları arasındaki fark üzerinden bağımlı gruplar *t*-testi ve ANCOVA analizleri yapılmıştır. ANCOVA analizi ön testler arasında farkın anlamlı çıktığı durumlarda; ön testin kontrol altına alınarak son test puanlarının incelenmesine ve sonucun olası hatalardan daha fazla arınmasını sağlaması amacıyla kullanılmıştır. Son olarak hangi modellemenin uzamsal yeteneği arttırmada daha etkili olduğunun tespit edilebilmesi için iki farklı grubun bağımsız değişkene ait ölçümlerinin karşılaştırmasını sağlayan bağımsız gruplar *t*-testi kullanılmıştır. Aynı işlemler PUGT'in alt boyutları için de gerçekleştirilmiştir. Yapılan *t*-test ve ANCOVA analiz sonuçlarına göre ortalamalar arasında anlamlı fark çıkması durumunda farkın büyüklüğünün tespit edilebilmesi için Cohen *d* ve kısmi eta kare etki büyüklüğü değeri hesaplanmış ve bulgular kısmında tablolar halinde sunulmuştur.

3.5.2. Nitel verilerin analizi

3.5.2.1. Görüşmelerden elde edilen verilerin analizi

'Öğretmen adayları sürece dair deneyimlerini nasıl değerlendirmiştir?' Araştırma sorusunu cevaplamak için araştırmanın ikinci aşaması olan nitel kısımda, iki uzman görüşü doğrultusunda araştırmacı tarafından hazırlanan görüşme formu kullanılarak 24 katılımcı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler sonucunda elde edilen

verilerin analizinde içerik analizi kullanılmış ve şu şekilde bir yol izlenmiştir (Gürbüz ve Şahin, 2018):

Görüşme sonucu elde edilen veriler bilgisayara aktarılmıştır. Verilerin aktarımı sonrasında ilk olarak veriler araştırma konusuna uygunluğuna göre ayıklanarak, verilerde azaltma yoluna gidilmiştir. Analiz edilecek olan veriler kodlanmış, kodlanan veriler karşılaştırılarak benzerlik ve farklılıklarına göre kategorize edilmiş ve (1) sınıf-dışı süreç ve etkinliklerin öğrenme üzerine katkısı, (2) sınıf-içi süreç, Tinkercad ve somut materyal kullanarak 3D modellemenin avantajları, (3) sınıf-içi süreç, Tinkercad ve somut materyal kullanarak 3D modellemenin dezavantajları, (4) TYS modelinin sevilen yanları, (5) TYS modelinin sevilmeyen yanları, (6) TYS modelinin iletişime olan etkisi, (7) Tinkercad ve somut materyal kullanarak 3D modellemenin uzamsal yeteneğe katkısı olmak üzere 7 tema altında toplanmıştır. Ardından elde edilen temalar altında uygun kodlu veriler tanımlanmış ve birbiriyle ilişkili şekilde bulgular kısmında sunulmuştur. Son olarak sunulan bulgular arasındaki bağlantılar açığa çıkarılarak yorumlanmıştır. Ayrıca bu süreçte analizler farklı bir uzman tarafından daha gerçekleştirilmiş ve yapılan analizler karşılaştırılmıştır. Araştırmacı ile uzman arasında tam bir anlaşma sağlanana kadar tartışılmış ve kodlayıcılar arası uyum sağlanmıştır.

3.6. Geçerlik ve Güvenirlik

Bu çalışma nicel ve nitel desenlerin birlikte kullanıldığı karma desende yürütülmüştür. Bu noktada araştırmaların kalitesini gösteren ve önemli kriterlerden biri olan geçerlik ve güvenirlik bu bölümde ayrı ayrı ele alınmıştır.

Çalışmanın nicel boyutunda veri toplama araçlarından biri olan ve araştırmacı tarafından geliştirilen *Genetik Başarı Testi'* nin veri toplama araçları başlığı altında belirtilen geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmıştır. Bunlar kısaca; kapsam geçerliğinin sağlanması amacıyla soruların belirlenen hedefleri kapsaması ve Bloom taksonomisindeki düzeylerini belirlemek üzere belirtke tablosunun hazırlanması, hazırlanan soruların üç uzmandan görüş alınarak incelenmesi ve KR-20 yöntemi ile testten alınan puanların güvenirlik analizi yapılması ile gerçekleştirilmiştir. Testin madde analizleri yapılmış; yüksek ayırt edicilik ve güvenirliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Geliştirilen başarı testi ve çalışmanın diğer bir veri toplama aracı olarak kullanılan ve geçerlik güvenirlik çalışmalarına veri toplama araçları bölümünde yer verilen *Purdue Uzamsal Görselleme Testi* katılımcılarla Google Form

üzerinden çevrimiçi bir şekilde paylaşılmış, cevaplandırmaları için toplamda iki gün verilmiştir. Böylece katılımcıların testleri uygun oldukları bir zaman ve ortamda doldurmaları sağlanmıştır.

Bu çalışmanın nitel boyutunda veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen görüşme formu kullanılarak yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılması tercih edilmiştir. Nitel çalışmalarda nicel çalışmalardaki geçerlik ve güvenirlik kavramları yerini inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlık ve teyit edilebilirliğe bırakmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Lincoln ve Guba (1985), araştırmanın inandırıcılığının sağlanması adına çeşitleme, katılımcı teyidi, uzun süreli etkileşim, uzman incelemesi ve derinlik odaklı veri toplama yöntemlerinin kullanımını önermektedirler. Bu çalışmada inandırıcılığın sağlanması adına her bir katılımcı ile yapılan görüşmeler daha uzun süreye yayılmıştır. Görüşme süresinin uzatılmasındaki amaç katılımcı ile araştırmacı arasındaki güveni arttırmak; daha doğru ve derin bilgilere ulaşılabilmektir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırmanın inandırıcılığını artırmak adına yapılan bir diğer uygulama derinlik odaklı veri toplamanın gerçekleştirilmesidir. Bunun için yarı yapılandırılmış görüşmeler öncesinde katılımcılarla iletişime geçilmiş uygun vakit ayarlanmıştır. Görüşmenin başında katılımcılara araştırmanın amacı, kimliklerinin ve söylediklerinin gizli kalacağı ve yalnızca çalışma kapsamında kullanılacağı belirtilmiş ve görüşme kaydı izni istenmiştir. Katılımcıların izinleri üzerine görüşmeler video konferans sistemi üzerinden video ve ses kaydına alınmıştır. Görüşme sırasında katılımcıların rahat hissedebilecekleri şekilde hitap edilmiştir. Daha derinlemesine cevaplar alabilmek için sonda soruları oluşturulmuş ve gerektiğinde görüşme sırasında katılımcılara yöneltilmiştir. Görüşme sonucunda elde edilen veriler vakit geçmeden yazıya dökülmüş, analizleri yapılmış ve tablolar halinde sunulmuştur. İnandırıcılığın artırılmasında bir diğer faktör olan katılımcı teyidi, görüşmeler sırasında her bir cevabın araştırmacı tarafından doğru anlaşılıp anlaşılmadığını kontrol etmek amacıyla uygulanmıştır. Diğer yandan elde edilen tüm veriler, yapılan analizler ve ulaşılan sonuçlar bir uzman tarafından incelenmiştir.

Nicel araştırmalardaki dış geçerliliği nitel araştırmalarda aktarılabilirlik kavramı karşılamaktadır (Lincoln ve Guba, 1985). Nicel araştırmalarda elde edilen sonuçlarla evrene genelleme yapılırken nitel araştırmalarda elde edilen sonuçlarla benzer ortam ve kişilere aktarılma amacı güdülür. Bu çalışmada aktarılabilirliğin artırılmasına yönelik örneklem seçiminde amaçlı örnekleme çeşitlerinden biri olan maksimum çeşitlilik örnekleme tekniği kullanılmış ve her bir gruptan 12 olmak üzere toplamda 24 katılımcı ile görüşme yapılmıştır.

Gruplarda bulunan 12 kişi, testlerden aldıkları puanlar sıralanarak yüksek, orta ve düşük puana sahip olma durumlarına göre belirlenmiştir. Böylece süreç daha geniş yelpazede incelenmeye çalışılmış ve araştırma sonuçlarının benzer ortam ve kişilere transfer edilebilirliği adına bunların ayrıntılı tasvirlerine yer verilmiştir. Diğer yandan tüm nitel araştırma sürecinde yapılanlar ayrıntılarıyla açıklanmıştır. Böylelikle Erlanson ve ark. (1993)'ın çalışma sonuçlarının diğer ortamlara aktarılmasına yönelik uyulması gereken kriterler olarak belirttikleri amaçlı örnekleme tekniği ve elde edilen verilerin ayrıntılı betimlemelerine yer verilmesi yöntemleri uygulanmış ve araştırmanın aktarılabilirliği artırılmaya çalışılmıştır.

Nicel araştırmadaki güvenirliğin nitel araştırmalarda tüm araştırma sürecinin birbiriyle tutarlılığı anlamına gelen tutarlılığın artırılması adına uygulama sürecinde dersler her iki grupta da araştırmacı tarafından işlenmiştir. Böylece sonuçların farklı uygulayıcılardan kaynaklı etkilenmesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Diğer yandan yarı yapılandırılmış görüşme sırasında kullanılan görüşme formu tüm süreci kapsayan alt başlıklara ayrılmış, açık uçlu ve yönlendirmelerden uzak sorulardan ve iki uzman görüşü doğrultusunda oluşturulmuştur. Araştırmanın tutarlığını artırmak adına yapılan bir diğer uygulama; tüm bu süreçte yapılanların ve analizlerin ayrıntılı olarak tanımlanması ve elde edilen verilerin bulgular kısmında sunularak katılımcıların doğrudan alıntılarıyla desteklenmesidir. Bunlara ek olarak nitel araştırma sürecinde örneklem seçiminden verilerin toplanmasına, verilerin sunulmasından sonuçların çıkarılmasına; her aşama bir uzman tarafından incelenmiştir.

Nicel araştırmalarda dış geçerliğin nitel araştırmadaki karşılığı olan araştırmanın teyit edilebilirliği adına ise yukarıda da bahsedildiği gibi araştırmacı, yarı yapılandırılmış görüşme sırasından verilerin analizine kadar önyargısız davranmaya gayret etmiş ve bulgular kısmında elde ettiği kodlara ve katılımcıların doğrudan alıntılarına sıkça yer vermiştir.

3.7. Araştırmacının Rolü

Bu çalışmada araştırmacı çalışma hakkında katılımcılara bilgi verilmesi, Tinkercad ve somut materyal ile 3D modelleme eğitimi verilmesinden TYS öğrenme modelinin uygulamasına, süreç içinde kullanılan her türlü dokümanın planlanıp hazırlanmasından *Genetik Başarı Testinin* geliştirilip *Purdue Uzamsal Görselleme Testi* ile birlikte uygulanmasına ve uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanan görüşme formu ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelere kadar sürecin tamamında aktif olarak rol almıştır.

Diğer yandan uygulamadan önce konuya hâkim olabilmek adına ulaşabildiği tüm kaynakları taramış, TYS modeline uygun ders planı ve dokümanları ona göre hazırlamıştır. Ayrıca uygulama sürecinde uygulamalar her iki grupta da araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.

BÖLÜM IV: BULGULAR VE YORUMLAR

Çalışmanın amaçlarına uygun olarak toplanan veriler üzerinde III. Bölümde bahsedilen analizlerin yapılması sonucunda ortaya çıkan bulgular, bu bölümde nicel verilere ilişkin bulgular ve nitel verilere ilişkin bulgular olmak üzere iki başlık altında düzenlenmiş ve tablolar halinde sunulmuştur.

4.1. Nicel Verilere İlişkin Bulgular

Bu bölüm alt problemler doğrultusunda iki bölüm altında sunulmuştur. Bunlardan ilki Tinkercad ve Somut Model gruplarının uygulama öncesi ve sonrası akademik başarılarındaki değişikliklerin analizi için uygulanan ön-test ve son-testlerden elde edilen bulgulardan oluşmaktadır. İkincisi ise Tinkercad ve Somut Model gruplarının uygulama öncesi ve sonrası uzamsal yeteneklerindeki değişikliklerin analizi için uygulanan ön test ve son testlerden elde edilen bulgularından oluşmaktadır.

4.1.1. TYS modeli çerçevesinde Tinkercad ve somut materyal kullanarak gerçekleştirilen 3D modellemenin akademik başarıya etkisine ilişkin bulgular

Bu bölümde araştırmanın ‘Biyoloji 3 dersinde uygulanan TYS modeli çerçevesinde Tinkercad ve somut materyal kullanılarak gerçekleştirilen 3D modelleme öğretmen adaylarının akademik başarılarını nasıl etkiler?’ alt problemine cevap verecek şekilde bulgulara yer verilmiştir. Dolayısıyla bu kısımda öğretmen adaylarına araştırmacı tarafından geliştirilen ve uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan *Genetik Başarı Testi* sonuçlarının bağımlı örneklem *t*-testi ve bağımsız örneklem *t*-testi analizleri ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1.1.1. Grupların genetik başarı testi ön test ortalamalarının karşılaştırılması

Tinkercad ve Somut Model grubunun *Genetik Başarı Testi* ön-test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla ön-test puan ortalamaları üzerinde bağımsız gruplar *t*-testi analizi yapılmış ve ortaya çıkan sonuçlar Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Grupların Genetik Başarı Testi Ön Test Ortalamalarına İlişkin *T*-Testi Analizi

	Grup	***N***	**Ortalama**	***T***	**SD**	***p***
GBT ön-test	Tinkercad	25	17,44	1,20	55	0,23
	Somut Model	32	16,16			

Tablo 4.1 incelendiğinde grupların ön-test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı; $t(55) = 1,20$, $p>0,05$, sonucunda bulunmuştur. Bu sonuç grupların ilgili konular üzerindeki bilgi düzeylerinin uygulama öncesinde denk olduğunu göstermektedir.

4.1.1.2. Tinkercad grubunun genetik başarı testi ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması

Tinkercad grubunun *Genetik Başarı Testi* ön-test ve son-test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilen bağımlı örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.2'deki gibidir.

Tablo 4.2. Tinkercad Grubunun Genetik Başarı Testi Ön Test-Son Test Ortalamalarına İlişkin T-Testi Analizi

Genetik Başarı Testi	***N***	**Ortalama**	***T***	**SD**	***P***
GBT ön-test	25	17,44	-13,00	24	0,00
GBT son-test	25	27,72			

Tablo 4.2'ye göre Tinkercad grubunun ön test puan ortalaması 17,44 iken son test puan ortalaması 27,72'dir. Ortalamalar arasında 10,30 puan fark olduğu ve puanlar arasındaki bu farkın anlamlı olduğu; $t(24) = -13,00$, $p<0,05$ sonucunda tespit edilmiştir. Diğer yandan *t*-testi sonucunda hesaplanan etki büyüklüğü ($d = -2,16$) bu farkın çok yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir.

4.1.1.3. Somut Model grubunun genetik başarı testi ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması

Somut Model grubunun *Genetik Başarı Testi* ön test ve son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilen bağımlı örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.3'teki gibidir.

Tablo 4.3. Somut Model Grubunun Genetik Başarı Testi Ön Test-Son Test Ortalamalarına İlişkin *T*-Testi Analizi

Genetik Başarı Testi	*N*	Ortalama	*T*	SD	*P*
GBT ön-test	32	16,16	-14,53	31	0,00
GBT son-test	32	28,91			

Tablo 4.3'e göre Somut Model grubunun Genetik Başarı Testi ön-test puan ortalaması 16,16 iken son-test puan ortalaması 28,91'dir. Ortalamalar arasında 12,75 puan fark olduğuna ve aradaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğuna; $t(31) = -14{,}53$, $p<0.05$, sonucunda ulaşılmıştır. Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen *d* ($d = -2.57$) değeri incelendiğinde etkinin Tinkercad grubunda olduğu gibi çok yüksek düzeyde olduğu anlaşılmaktadır.

4.1.1.4. Grupların genetik başarı testi son test ortalamalarının karşılaştırılması

Tinkercad ve Somut Model gruplarının *Genetik Başarı Testi* son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla son test puan ortalamaları üzerinde bağımsız gruplar *t*-testi analizi yapılmış ve ortaya çıkan sonuçlar Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. Grupların Genetik Başarı Testi Son Test Ortalamalarına İlişkin *t*-Testi Analizi

	Grup	*N*	Ortalama	*T*	SD	*p*
GBT son-test	Tinkercad	25	27,72	-1,25	55	0,22
	Somut Model	32	28,90			

Tablo 4.4'te Tinkercad ve Somut Model gruplarının Genetik Başarı testi son-test puan ortalamalarının sırasıyla 27,72 ve 28,90 olduğu görülmektedir. Ortalamaları arasındaki puan farkının anlamlı olmadığı; $t(55) = -1{,}25$, $p>0{,}05$, sonucunda tespit edilmiştir.

4.1.2. TYS modeli çerçevesinde Tinkercad ve somut materyal kullanarak gerçekleştirilen 3D modellemenin uzamsal yeteneğe etkisine ilişkin bulgular

Bu bölümde araştırmanın 'Biyoloji 3 dersinde uygulanan TYS modeli çerçevesinde Tinkercad ve somut materyal kullanılarak gerçekleştirilen 3D modelleme öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini nasıl etkiler?' alt problemine cevap verecek şekilde bulgulara yer verilmiştir. Dolayısıyla bu kısımda öğretmen adaylarına uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi* sonuçlarının bağımlı örneklem *t*-testi, bağımsız örneklem *t*-testi ve ANCOVA analizleri ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1.2.1. Grupların purdue uzamsal görselleme testi ön test ortalamalarının karşılaştırılması

Tinkercad ve Somut Model grubunun *Purdue Uzamsal Görselleme Testi* ön-test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla ön-test puan ortalamaları üzerinde bağımsız gruplar *t*-testi analizi yapılmış ve ortaya çıkan sonuçlar Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5. Grupların Purdue Uzamsal Görselleme Testi (PUGT) Ön-Test Ortalamalarına İlişkin *t*-Testi Sonuçları

	Grup	***N***	**Ortalama**	***T***	**SD**	***p***
PUGT ön- test	Tinkercad	25	16,28	2,46	55	0,02
	Somut Model	32	12,72			

Tablo 4.5'e göre Tinkercad grubunun ön-test ortalaması 16,28, Somut Model grubunun ortalaması 12,72'dir. Ortalamalara bakıldığında Tinkercad grubunun ön-test puan ortalamasının Somut Model grubuna göre 3,56 puan fazla olduğu görülmektedir. *t*-testi sonuçlarına bakıldığında; $t(55) = 2,46$, $p<0,05$, bu farkın anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu bulgulara göre grupların homojen dağılım göstermediği, uzamsal yeteneklerinin başlangıçta eşit olmadığı söylenebilir.

4.1.2.2. Tinkercad grubunun purdue uzamsal görselleme testi ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması

Tinkercad grubunun *Purdue Uzamsal Görselleme Testi* ön-test ve son-test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilen bağımlı örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.6'daki gibidir.

Tablo 4.6. Tinkercad Grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin *t*-Testi Sonuçları

Purdue Uzamsal Görselleme Testi	***N***	**Ortalama**	***t***	**SD**	***P***
PUGT ön-test	25	16,28	-6,02	24	0,00
PUGT son-test	25	23,56			

Tablo 4.6 incelendiğinde Tinkercad grubununun ön-test ortalamasının 16,28 iken son-test ortalamasının 23,56 olduğu görülmektedir. Ön-test ve son-test puan ortalamalarının arasındaki farkın 7,28 olduğu ve aradaki bu farkın da anlamlı olduğuna; $t(24) = -6,02$; $p<0,05$

sonucundan ulaşılmıştır. *T*-testi analizi sonucunda hesaplanan Cohen *d* (*d* = -1,20) etki büyüklüğü değeri incelendiğinde bu farkın çok yüksek düzeyde olduğu görülmektedir.

4.1.2.3. Somut Model grubunun purdue uzamsal görselleme testi ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması

Somut Model grubunun *Purdue Uzamsal Görselleme Testi* ön-test ve son-test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilen bağımlı örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.7'deki gibidir.

Tablo 4.7. Somut Model grubunun Purdue Uzamsal Görselleme Testi Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin *T*-Testi Sonuçları

Purdue Uzamsal Görselleme testi	***N***	**Ortalama**	***T***	**SD**	***P***
PUGT ön-test	32	12,71	-5,13	31	0,00
PUGT son-test	32	17,78			

Tablo 4.7 incelendiğinde Somut Model grubunun PUGT ön-test ortalamasının 12,71 iken son-test ortalamasının 17,78 olduğu görülmektedir. Ön-test ve son-test puan ortalamalarının arasındaki farkın 5,06 olduğu ve aradaki bu farkın da anlamlı olduğuna; $t(31) = -5,13$; $p<0,05$ sonucundan ulaşılmıştır. *T*-testi analizi sonucunda hesaplanan Cohen *d* (*d* = -0,91) etki büyüklüğü değeri incelendiğinde bu farkın yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Bu durum, biyoloji dersinde somut materyal kullanarak 3D modelleme yapmanın uzamsal yetenek üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir.

4.1.2.4. Grupların purdue uzamsal görselleme testi son test ortalamalarının karşılaştırılması

Grupların ön-test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık söz konusu olduğu için son-test ortalamalarının karşılaştırılması noktasında bağımsız gruplar *t*-testi yerine ön-testlerin kontrol altına alındığı ANCOVA(Kovaryans Analizi) analizi gerçekleştirilmiştir. ANCOVA analizinden önce testin varsayımlarının karşılanıp karşılanmadığı tespit edilmiştir. Verilerin normalliği varsayımı için normallik testi yapılmış, Shapiro-Wilk ve çarpıklık basıklık katsayıları kontrol edilmiş ve verilerin sırasıyla $p>0,05$, -1,+1 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Diğer bir varsayım için kontrol edilen ön-test değişkeni ile bağımlı değişken olan son-test değişkeni arasında doğrusal bir ilişki olduğu saçılma grafiği ile tespit edilmiştir. Varyansların homojenliği varsayımı için Levene testi uygulanmış ve varyansların eşit olduğu ($p=0,96>0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak

regresyon eğrilerinin homojenliği varsayımı için bağımlı değişken (son-test) üzerinde bağımsız değişken ve kontrol edilen ortak değişkenin oluşturduğu etkileşim değişkeninin (grup*öntest) etkisine bakılmış ve etkinin anlamlı olmaması (p=0,77>0,05) regresyon eğrilerinin homojen olduğu varsayımını doğrulamıştır. ANCOVA analizi sonucunda öğretmen adaylarının gruplara göre son-test puan ortalamaları ve aynı puanların ön-test puanlarına göre düzeltilmiş son-test puan ortalamaları Tablo 4.8'de sunulmuştur.

Tablo 4.8. Grupların Purdue Uzamsal Görselleme Ön ve Son Testine Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları

Gruplar	*N*	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Tinkercad	25	23,56	22,15
Somut Model	32	17,78	18,88

Tablo 4.8 incelendiğinde Tinkercad grubunun ön-teste göre düzeltilmiş son-test puan ortalamasının 22,15 iken Somut Model grubunun 18,88 olduğu görülmektedir. Grupların düzeltilmiş son-test puanları arasındaki farkın anlamlılığını sınamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.9'da yer almaktadır.

Tablo 4.9. Grupların Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarına İlişkin ANCOVA Test Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	*F*	*p*	Kısmi η2
PUGT ön-test	798,56	1	798,56	25,35	0,00	0,32
Grup	135,44	1	135,44	4,30	0,04	0,07
Hata	1701,07	54	31,50			
Toplam (Düzeltilmiş)	2968,32	57				

Tablo 4.8'deki sonuçlara göre Tinkercad grubu ve Somut Model grubu düzeltilmiş son-test ortalamaları arasındaki farkın 3,27 ve Tinkercad grubu lehine olduğu, aradaki bu farkın da anlamlı olduğuna Tablo 4.9'daki; F(1-57) = 4,30; p<0,05 sonucundan ulaşılmıştır. Grupların son-test üzerine olan etkisinin orta büyüklükte olduğu; η2 = 0,07 sonucunda belirlenmiştir. Başka bir ifadeyle son-testteki değişimin %7'si grup değişkeni yani öğretmen adaylarının Tinkercad kullanarak 3D model yapması veya somut materyal kullanarak 3D model yapması ile açıklanmaktadır. Ayrıca kontrol edilen ön-test değişkeninin de bağımlı değişken olan son-test üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu; F(1-57) = 25,35, p<0,05 sonucunda tespit edilmiştir. η2 = 0,32 sonucundan bu etkinin büyük olduğu; son-test puan ortalamalarındaki değişimin %32'sinin ön test ile açıklandığı anlaşılmaktadır.

4.1.2.5. Grupların Uzamsal Görselleme Testi Açılımlar Alt Boyutu Ön Test Ortalamalarının Karşılaştırılması

Öğretmen adaylarına uygulama öncesinde uygulanan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi Açılımlar* alt boyutuna ilişkin bağımsız örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.10'daki gibidir.

Tablo 4.10. Grupların PUGT Açılımlar Alt Boyutu Ön-Test Ortalamalarına İlişkin *t*-Testi Sonuçları

	Grup	***N***	**Ortalama**	***T***	**SD**	***p***
PUGT Açılımlar ön-test	Tinkercad	25	6,60	0,37	55	0,71
	Somut Model	32	6,31			

Tablo 4.10 incelendiğinde grupların ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı; $t(55) = 0,37$, $p>0,05$, sonucunda bulunmuştur. Bu sonuç grupların uzamsal yeteneğin açılımlar bileşeni açısından eşit düzeyde olduğunu göstermektedir.

4.1.2.6. Tinkercad grubunun purdue uzamsal görselleme testi açılımlar alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması

Tinkercad grubuna uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi Açılımlar* alt boyutuna ilişkin bağımlı örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.11'deki gibidir.

Tablo 4.11. Tinkercad Grubunun PUGT Açılımlar Alt Boyutu Ön Test-Son Test Ortalamalarına İlişkin *t*-Testi Sonuçları

Purdue Uzamsal Görselleme Testi	***N***	**Ortalama**	***t***	**SD**	***p***
PUGT Açılımlar ön-test	25	6,60	-5,25	24	0,00
PUGT Açılımlar son-test	25	9,24			

Tinkercad grubundaki öğretmen adaylarının PUGT açılımlar alt boyutu ön-test puanlarının ortalaması 6,60 iken son test puanlarının ortalaması 9,24'tür. Ortalamalar arası farka bakıldığında ortalamanın 2,64 puan arttığı görülmektedir. *T*-testi analizi sonuçlarına göre Tinkercad grubunun ön-test ve son-test ortalamaları arasındaki bu farkın anlamlı olduğu; $t(24) = -5,25$; $p<0.05$ sonucunda tespit edilmiştir. Ayrıca test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen *d* ($d = -1,05$) etki büyüklüğü değeri incelendiğinde aradaki farkın çok yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

4.1.2.7. Somut Model grubunun purdue uzamsal görselleme testi açılımlar alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması

Somut Model grubuna uygulama öncesi ve sonrası uygulanan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi Açılımlar* alt boyutuna ilişkin bağımlı örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.12'deki gibidir.

Tablo 4.12. Somut Model grubunun PUGT Açılımlar Alt Boyutu Ön Test-Son Test Ortalamalarına İlişkin *T*-Testi Sonuçları

Purdue Uzamsal Görselleme Testi	*N*	Ortalama	*T*	SD	*p*
PUGT Açılımlar ön-test	32	6,31	-2,06	31	0,04
PUGT Açılımlar son-test	32	7,34			

Somut Model grubundaki öğretmen adaylarının PUGT açılımlar alt boyutu ön-test puanlarının ortalaması 6,31 iken son-test puanlarının ortalaması 7,34'tür. Ortalamalar arası farka bakıldığında ortalamanın 1,03 puan arttığı görülmektedir. Somut Model grubunun ön-test ve son-test *t*-testi analizi sonuçlarına göre ortalamaları arasındaki bu farkın anlamlı olduğu; $t(31) = -2{,}06$; $p<0.05$ sonucunda tespit edilmiştir. Fakat söz konusu farkın test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen *d* ($d = -0{,}36$) etki büyüklüğü değeri incelendiğinde düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir.

4.1.2.8. Grupların purdue uzamsal görselleme testi açılımlar alt boyutu son test ortalamalarının karşılaştırılması

Öğretmen adaylarına uygulama sonrasında uygulanan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi Açılımlar* alt boyutuna ilişkin bağımsız örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.13'teki gibidir.

Tablo 4.13. Grupların PUGT Açılımlar Alt Boyutu Son Test Ortalamalarına İlişkin *T*-Testi Sonuçları

	Grup	*N*	Ortalama	*t*	SD	*P*
PUGT Açılımlar son-test	Tinkercad	25	9,24	2,54	55	0,01
	Somut Model	32	7,34			

Tinkercad grubundaki öğretmen adaylarının PUGT açılımlar alt boyutu son-test puan ortalaması 9,24 iken Somut Model grubunun son-test puanlarının ortalaması 7,34'tür. Ortalamalar arası farka bakıldığında 1,90 ve Tinkercad grubu lehine olduğu görülmektedir. *T*-testi analizi sonuçlarına göre son-test ortalamaları arasındaki bu farkın anlamlı olduğu;

t(55)=2,54; *p*<0.05 sonucunda tespit edilmiştir. *T*-Testi sonucu hesaplanan etki büyüklüğü (*d* = 0,68) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bundan hareketle Tinkercad programı kullanarak 3D modelleme yapmanın, somut materyal kullanarak 3D model yapmaya göre uzamsal yeteneğin açılımlar bileşenini anlamlı düzeyde daha çok artırdığı, etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

4.1.2.9. Grupların purdue uzamsal görselleme testi döndürme alt boyutu ön test ortalamalarının karşılaştırılması

Öğretmen adaylarına uygulama öncesinde uygulanan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi Döndürme* alt boyutuna ilişkin bağımsız örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.14'teki gibidir.

Tablo 4.14. Grupların PUGT Döndürme Bölümü Ön Test Ortalamalarına İlişkin *t*-Testi Sonuçları

	Grup	***N***	**Ortalama**	***T***	**SD**	***p***
PUGT Döndürme ön- test	Tinkercad	25	5,68	3,12	55	0,00
	Somut Model	32	3,84			

Grupların PUGT döndürme bölümü ön-test puan ortalamalarını karşılaştırmak amacıyla yapılan bağımsız örneklem *t*-testi sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğuna; *t*(55) = 3,12, *p*<0,05, sonucunda ulaşılmıştır. Bu sonuçlar grupların uzamsal yeteneğin döndürme bileşeni açısından başlangıçta eşit düzeyde olmadıklarını göstermektedir.

4.1.2.10. Tinkercad grubunun purdue uzamsal görselleme testi döndürme alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması

Tinkercad grubuna uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi Döndürme* alt boyutuna ilişkin bağımlı örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.15'teki gibidir.

Tablo 4.15. Tinkercad Grubunun PUGT Döndürme Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin *t*-Testi Sonuçları

Purdue Uzamsal Görselleme Testi	***N***	**Ortalama**	***T***	**SD**	***P***
PUGT Döndürme ön-test	25	5,68	3,26	24	0,00
PUGT Döndürme son-test	25	3,92			

Tinkercad grubundaki öğretmen adaylarının PUGT döndürme bölümü ön-test puanlarının ortalaması 5,68 iken son-test puanlarının ortalaması 3,92'dir. Ortalamalar arası farka bakıldığında ortalamanın 1,76 puan arttığı görülmektedir. *T*-testi analizi sonuçlarına göre Tinkercad grubunun ön-test ve son-test ortalamaları arasındaki bu farkın anlamlı olduğu; $t(24)=3,26$; $p<0.05$ sonucunda tespit edilmiştir. Test sonucu hesaplanan Cohen *d* etki büyüklüğü değeri ($d = 0,65$) farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu bulguya ilişkin olarak Tinkercad programı kullanarak 3D modelleme yapmanın uzamsal yeteneğin döndürme bileşimini anlamlı düzeyde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

4.1.2.11. Somut Model grubunun purdue uzamsal görselleme testi döndürme alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması

Somut Model grubuna uygulama öncesi ve sonrası uygulanan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi Döndürme* alt boyutuna ilişkin bağımlı örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.16'daki gibidir.

Tablo 4.16. Somut Model grubunun PUGT Döndürme Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin *t*-Testi Sonuçları

Purdue Uzamsal Görselleme Testi	*N*	Ortalama	*T*	SD	*p*
PUGT Döndürme ön-test	32	3,84	1,95	31	0,06
PUGT Döndürme son-test	32	3,25			

Somut Model grubundaki öğretmen adaylarının PUGT döndürme bölümü ön-test ve son-test puan ortalamaları sırasıyla 3,84 ve 3,25'tir. *T*-testi analizi sonuçlarına göre Tinkercad grubunun ön-test ve son-test ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olmadığı; $t(31) = 1,95$; $p>0.05$ sonucunda tespit edilmiştir.

4.1.2.12. Grupların purdue uzamsal görselleme testi döndürme alt boyutu son test ortalamalarının karşılaştırılması

Grupların ön-test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık söz konusu olduğu için son-test ortalamalarının karşılaştırılması noktasında bağımsız gruplar *t*-testi yerine ön-testlerin kontrol altına alındığı ANCOVA (Kovaryans Analizi) analizi gerçekleştirilmiştir. ANCOVA analizinden önce testin varsayımlarının karşılanıp karşılanmadığı tespit edilmiştir. Verilerin normalliği varsayımı için normallik testi yapılmış,

Shapiro-Wilk ve çarpıklık basıklık katsayıları kontrol edilmiş ve verilerin sırasıyla p>0,05, -1,+1 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Diğer bir varsayım için kontrol edilen ön-test değişkeni ile bağımlı değişken olan son-test değişkeni arasında doğrusal bir ilişki olduğu saçılma grafiği ile tespit edilmiştir. Varyansların homojenliği varsayımı için Levene testi uygulanmış ve varyansların eşit olduğu (p=0,08>0,05) sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak regresyon eğrilerinin homojenliği varsayımı için bağımlı değişken(son-test) üzerinde bağımsız değişken ve kontrol edilen ortak değişkenin oluşturduğu etkileşim değişkeninin(grup*öntest) etkisine bakılmış ve etkinin anlamlı olmaması (p=0,25>0,05) regresyon eğrilerinin homojen olduğu varsayımını doğrulamıştır. ANCOVA analizi sonucunda öğretmen adaylarının gruplara göre son-test puan ortalamaları ve aynı puanların ön-test puanlarına göre düzeltilmiş son-test puan ortalamaları Tablo 4.17'de verilmektedir.

Tablo 4.17. Grupların PUGT Döndürme Alt Boyutu Ön ve Son Testine Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları

Gruplar	*N*	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Tinkercad	25	23,56	22,15
Somut Model	32	17,78	18,88

Tablo 4.17 incelendiğinde Tinkercad grubunun ön-teste göre düzeltilmiş son-test puan ortalamasının 22,15 iken Somut Model grubunun 18,88 olduğu görülmektedir. Grupların düzeltilmiş son test puanları arasındaki farkın anlamlılığını sınamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.18'de yer almaktadır.

Tablo 4.18. Grupların Ön-Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son-Test Puanlarına İlişkin ANCOVA Test Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	*F*	*P*	Kısmi η2
PUGT Döndürme ön-test	0,07	1	0,07	3,20	0,08	0,06
Grup	0,08	1	0,08	3,92	0,05	0,07
Hata	1,15	53	0,02			
Toplam(Düzeltilmiş)	1,41	56				

Tablo 4.17'deki sonuçlara göre Tinkercad grubu ve Somut Model grubu düzeltilmiş son-test ortalamaları arasındaki farkın 3,27 ve Tinkercad grubu lehine olduğu, aradaki bu farkın da anlamlı olduğuna Tablo 4.18'deki; F(1-57) = 3,92; p=0,05 sonucundan ulaşılmıştır. Grupların son-test üzerine olan etkisinin ise orta büyüklükte olduğu; η2 = 0,07 sonucunda belirlenmiştir. Başka bir ifadeyle son-testteki değişimin %7'si grup değişkeni yani öğretmen

adaylarının Tinkercad kullanarak 3D model yapması veya somut materyal kullanarak 3D model yapması ile açıklanmaktadır.

4.1.2.13. Grupların purdue uzamsal görselleme testi görünümler alt boyutu ön test ortalamalarının karşılaştırılması

Öğretmen adaylarına uygulama öncesinde uygulanan Purdue *Uzamsal Görselleme Testi Görünümler* alt boyutuna ilişkin bağımsız örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.19'daki gibidir.

Tablo 4.19. Grupların PUGT Görünümler Alt Boyutu Ön Test Ortalamalarına İlişkin *t*-Testi Sonuçları

	Grup	***N***	**Ortalama**	***t***	**SD**	***p***
PUGT Görünümler ön-test	Tinkercad	25	4,48	3,19	55	0,00
	Somut Model	32	2,62			

Grupların PUGT görünümler bölümü ön-test puan ortalamalarını karşılaştırmak amacıyla yapılan bağımsız örneklem *t*-testi sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farlılık olduğuna; $t(55) = 3{,}19$, $p<0{,}05$, sonucunda ulaşılmıştır. Bu sonuçlar grupların uzamsal yeteneğin görünümler alt boyutu açısından başlangıçta eşit düzeyde olmadıklarını göstermektedir.

4.1.2.14. Tinkercad grubunun purdue uzamsal görselleme testi görünümler alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması

Tinkercad grubuna uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi Görünümler* alt boyutuna ilişkin bağımlı örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.20'deki gibidir.

Tablo 4.20. Tinkercad Grubunun PUGT Görünümler Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin *T*-Testi Sonuçları

Purdue Uzamsal Görselleme Testi	***N***	**Ortalama**	***t***	**SD**	***p***
PUGT Görünümler ön-test	25	4,48	-2,61	24	0,00
PUGT Görünümler son-test	25	6,68			

Tinkercad grubundaki öğretmen adaylarının PUGT döndürme bölümü ön-test puanlarının ortalaması 4,48 iken son test puanlarının ortalaması 6,62'dir. Ortalamalar arası farka

bakıldığında ortalamanın 2,20 puan arttığı görülmektedir. *T*-testi analizi sonuçlarına göre Tinkercad grubunun ön-test ve son-test ortalamaları arasındaki bu farkın anlamlı olduğu; $t(24) = -2{,}61$, $p<0.05$, sonucunda tespit edilmiştir. Etki büyüklüğü açısından incelendiğinde ($d = -0{,}52$) bu farkın orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bundan hareketle Tinkercad programı kullanarak 3D modelleme yapmanın uzamsal yeteneğin görünümler alt boyutunu anlamlı düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır.

4.1.2.15. Somut Model grubunun purdue uzamsal görselleme testi görünümler alt boyutu ön test-son test ortalamalarının karşılaştırılması

Somut Model grubuna uygulama öncesi ve sonrası uygulanan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi Görünümler* alt boyutuna ilişkin bağımlı örneklem *t*-testi sonuçları Tablo 4.21'daki gibidir.

Tablo 4.21. Somut Model grubunun PUGT Görünümler Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin *T*-Testi Sonuçları

Purdue Uzamsal Görselleme Testi	*N*	Ortalama	*T*	SD	*p*
PUGT Görünümler ön-test	32	2,62	-3,94	31	0,02
PUGT Görünümler son-test	32	4,88			

Somut Model grubundaki öğretmen adaylarının PUGT görünümler alt boyutu ön-test puanlarının ortalaması 2,62 iken son-test puanlarının ortalaması 4,88'dir. Ortalamalar arası farka bakıldığında ortalamanın 2,25 puan arttığı görülmektedir. *T*-testi analizi sonuçlarına göre Somut Model grubunun grubunun ön-test ve son-test ortalamaları arasındaki bu farkın anlamlı olduğu; $t(31) = -3{,}94$; $p<0.05$, sonucunda tespit edilmiştir. Etki büyüklüğü açısından incelendiğinde ($d = 0{,}70$) bu farkın orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bundan hareketle somut materyal kullanarak 3D modelleme yapmanın uzamsal yeteneğin görünümler alt boyutunu anlamlı düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır.

4.1.2.16. Grupların purdue uzamsal görselleme testi döndürme alt boyutu son test ortalamalarının karşılaştırılması

Grupların ön-test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık söz konusu olduğu için son-test ortalamalarının karşılaştırılması noktasında bağımsız gruplar *t*-testi yerine ön-testlerin kontrol altına alındığı ANCOVA (Kovaryans Analizi) analizi

gerçekleştirilmiştir. ANCOVA analizinden önce testin varsayımlarının karşılanıp karşılanmadığı tespit edilmiştir. Verilerin normalliği varsayımı için normallik testi yapılmış, Shapiro-Wilk ve çarpıklık basıklık katsayıları kontrol edilmiş ve verilerin sırasıyla p>0,05, -1,+1 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Diğer bir varsayım için kontrol edilen ön-test değişkeni ile bağımlı değişken olan son-test değişkeni arasında doğrusal bir ilişki olduğu saçılma grafiği ile tespit edilmiştir. Varyansların homojenliği varsayımı için Levene testi uygulanmış ve varyansların eşit olduğu (p=0,21>0,05) sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak regresyon eğrilerinin homojenliği varsayımı için bağımlı değişken (son-test) üzerinde bağımsız değişken ve kontrol edilen ortak değişkenin oluşturduğu etkileşim değişkeninin (grup*öntest) etkisine bakılmış ve etkinin anlamlı olmaması (p=0,35>0,05) regresyon eğrilerinin homojen olduğu varsayımını doğrulamıştır. ANCOVA analizi sonucunda öğretmen adaylarının gruplara göre son-test puan ortalamaları ve aynı puanların ön-test puanlarına göre düzeltilmiş son-test puan ortalamaları Tablo 4.22'de verilmektedir.

Tablo 4.22. Grupların PUGT Görünümler Bölümü Ön ve Son Testine Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları

Gruplar	***N***	**Ortalama**	**Düzeltilmiş Ortalama**
Tinkercad	25	6,68	6,42
Somut Model	32	4,88	5,07

Tablo 4.22 incelendiğinde Tinkercad grubunun ön-teste göre düzeltilmiş son-test puan ortalamasının 6,68 iken Somut Model grubunun 4,88 olduğu görülmektedir. Grupların düzeltilmiş son-test puanları arasındaki farkın anlamlılığını sınamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.23'te yer almaktadır.

Tablo 4.23. Grupların Ön-Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son-Test Puanlarına İlişkin ANCOVA Test Sonuçları

Varyansın Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**SD**	**Kareler Ortalaması**	***F***	***P***	**Kısmi η2**
PUGT Görünümler ön-test	15,10	1	15,10	1,59	0,21	0,03
Grup	21,53	1	21,53	2,27	0,14	0,04
Hata	511,84	54	9,48			
Toplam(Düzeltilmiş)	572,67	57				

Tablo 4.22'deki sonuçlara göre Tinkercad grubu ve Somut Model grubu düzeltilmiş son-test ortalamaları arasındaki farkın 1,75 ve Tinkercad grubu lehine olduğu fakat aradaki bu farkın anlamlı olmadığına Tablo 4.23'teki; $F(1\text{-}57) = 2{,}27$; $p<0{,}05$ sonucundan ulaşılmıştır.

Bir sonraki bölümde uygulama sürecine ilişkin katılımcıların görüşlerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.2. Nitel Verilere İlişkin Bulgular

Bu bölümde katılımcılarla uygulama sonunda gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Katılımcıların sürece dair görüşlerinin belirlenmesi amacıyla her bir gruptan dört düşük, dört orta ve dört yüksek puana sahip 12 katılımcı seçilmiş, toplamda 24 katılımcı ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler sonucunda elde edilen bulgular analiz edilmiş ve katılımcıların verdikleri cevaplar doğrultusunda kodlanarak yedi tema altında toplanmıştır. Ayrıca katılımcıların kimliklerinin gizli tutulması için her bir grubun katılımcıları 1-12 arası kodlanmıştır (T1, SM1 gibi).

4.2.1. Sınıf-dışı süreç ve etkinliklerin öğrenme üzerine katkısı

Katılımcıların görüşme formundaki *TYS Sınıf-dışı Süreç* başlığı altında bulunan sorulara verdikleri yanıtlardan hareketle oluşturulan kategori ve kodlar Tablo 4.24'te gösterilmektedir. Tablonun ikinci sütununda katılımcıların sınıf-dışı süreç ve etkinliklerin öğrenme üzerine katkısına dair kullandıkları ifadeler sonucunda oluşturulan kodlar ve kategorilere; üçüncü sütununda ise oluşturulan kodların gruplara göre frekans ve frekanslara karşılık gelen yüzde dağılımlarına yer verilmiştir.

Tablo 4.24'e bakıldığında her iki gruptan da on bir (%91,7) toplamda yirmi iki katılımcının sınıf-dışı süreç ve etkinliklerin kalıcı öğrenmeyi sağladığını belirttikleri görülmektedir. Örneğin T10 uygulama sırasında öğrendiği konuları bir tekrarla hatırladığını şu sözlerle ifade etmiştir:

> *... Diğer derslerde hocam yani hiç bir şekilde anlamıyorsun her yıl tekrar dön başa dön başa. Bu sürecin artı yönlerinden biri ezbere değil tamamen anlayarak ilerliyorsun. Sınav zamanında da hani son ana bırakmadığından dolayı böyle çok fazla yorulmuyorsun. Ben bir tekrar yaptım mesela hemencecik aklıma geldi. Gerçekten de çok iyi öğrendim konuları yani. (T10)*

Tablo 4.24. Sınıf-dışı Süreç ve Etkinliklerin Öğrenme Üzerine Katkısı

Tema	Kategoriler ve Kodlar	Öğretmen Adayları			
		Tinkercad Grubu		Somut Model grubu	
		F	%	f	%
Sınıf-dışı Süreç ve Etkinliklerin Öğrenme Üzerine Katkısı	**Öğrenme Biçimine Etkisi**				
	Kalıcı Öğrenme*	11	91,7	11	91,7
	Eğlenerek Öğrenme	4	33,3	2	16,7
	Daha Kolay Öğrenme×	8	66,7	7	58,3
	Farklı Öğrenme Stillerine Hitap Etme	2	16,7	0	0
	Bireysel Öğrenmeyi Destekleme	1	8,3	0	0
	Süreç İçinde Kazanılan Beceriler				
	Araştırmaya Sevk Etme*	11	91,7	9	75,0
	Sistematik Çalışma	4	33,3	2	16,7
	Öğrenme Desteği Sağlama				
	İstediği Kadar Tekrar Etme Fırsatı×	6	50,0	3	25,0
	Eksik Bilgileri Tespit Etme ve Giderme×	4	33,3	7	58,3
	Konuyu Özetleme	1	8,3	1	8,3
	Pekiştirme*	7	58,3	4	33,3
	Konuyu Takip Edebilme	2	16,7	0	0
	Derse Ön Hazırlık	1	8,3	3	25,0
	Sınava Hazırlık	0	0	1	8,3
	Bilişsel Yükte Azalma	0	0	2	16,7
	Çalışmada Yol Gösterme	2	16,7	0	0
	İçeriğe Etkisi				
	Faydalı-Zengin İçerikler	5	41,7	3	25,0
	Yeterli Uzunlukta İçerik	4	33,3	6	50,0

$N_{Tinkercad}$=12, $N_{Somut\ Model}$=12 ***: Frekansı yüksek olan kod**
×: Grup bazında frekansı yüksek olan kod

Katılımcılardan alınan cevaplar incelendiğinde on birinin, konunun çeşitli etkinlikler kullanılarak pekiştirilmesinin kalıcı öğrenmede önemli bir etken olduğunu düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin T3 sınıf-dışı süreçte gönderilen quizlerin konuyu pekiştirmeye yardımcı olduğu ve konuda anlamadığı kısımları quiz cevaplandırma sürecinde anladığını belirtirken benzer şekilde katılımcılardan SM6 bu durumu aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

> *… İşte şu dersleri şu konuyu öğreneceksiniz dediniz siz. Ona hazırlıklı geldik. O hazırlık kısmı benim için çok iyiydi. Çünkü ben direkt ilk gördüğümde anlamıyorum. İkinci bir geçmek gerekiyor. Dolayısıyla ben evde siz onu belirtince bir bakıyordum daha sonradan … Hocanın videosundan dinleyince ikinci kere öğrenmiş oluyordum. Daha sonra sizle birlikte üçüncü kere olunca tam oturdu. Mesela quizleri*

> *cevaplarken de kendimiz açıklama yapıyorduk ya hocam dolayısıyla hani tam anlamam gerekiyordu ki soruları cevaplayabileyim. Dolayısıyla birçok kere tekrar tekrar araştırıp yazdım. Oda çok çok çok iyi oldu. (SM6)*

Öte yandan örneğin T5 ve T2 sınıf-dışı süreçte paylaşılan içeriklerin istedikleri an ve istedikleri kadar tekrar edilebilmesinin öğrenmeleri üzerine katkısına dikkat çekmişlerdir.

> *Mesela dersleri ikinci kez mutlaka dinliyorum ben. İlk dinlediğim derste hiç not almam, ikincisinde notları alırım. İlki konu neymiş neyi öğrenmem gerek hani bu şekilde yaklaşırım ama hani yüz yüze de böyle bir imkânım yok. Aynı anda dinlediğim zaman her şeyi not alıyordum ama bu yaptığımız eğitimde tekrar dinleme şansım olduğu için dilediğim gibi çalışabiliyordum. İstediğim kadar dinliyordum, istediğimde not alıyordum, istersem geri sarıyordum. Çok rahattı… (T5)*

> *…Khan akademinin videoları gerçekten çok yararlı oldu bana ya açıp şöyle üç kere beş kere dinlediğimi biliyorum... (T2)*

Bunlara ek olarak T5 quizlerin kendi çalışmasına yol gösterdiğinden bahsederken T11 sınıf-dışı süreçte yapılanların konuyu takip etmesinde etkili olduğunu ve kendisini araştırmaya sevk ettiğinden bahsetmiştir. Benzer şekilde T9 quizlerin onun eksik bilgilerini tespit etmesi ve gidermesi noktasında kendisini araştırmaya sevk ettiğini ve paylaşılanların öğrenmesini kolaylaştırdığını şu sözlerle ifade etmiştir:

> *…Sizin paylaştıklarınızda özellikle videolarda görsel olarak desteklenmesi benim için konuyu öğrenmemi çok kolaylaştırdı. Quizler konusunda da yani bilmediğimi fark ettirdi bana hani bir şey bilmediğim de onu araştırmamı ve öğrenmemi sağladı... (T9)*

Diğer yandan SM5 pekiştirerek kalıcı öğrenmelerinde araç olarak kullanılan etkinliklerin bütünleştirici nitelikte olduğunu belirtmiştir.

> *Ya zaten tüm aşamalarda biz içindeydik bir de çok yönlü bir şekilde biyolojiye maruz kaldık. Tartıştık artı siz bize Edmodo' dan videolar attınız. Onları seyredip not aldık. Dediğim gibi bir de model yapıp raporlarını yazdık. Biraz araştırmada gerekiyordu raporun yazılma kısmında. Biraz araştırma ile bilgileri aslında sürekli biz kendimiz aldık. Kalıcıydı bu yüzden. Bir de quiz hani soru çözümü gibi bir şey olduğu için genelde soru çözümü hani daha kalıcılığı artıran bir şeydir ya o yüzden quizlerde buna ekstraydı...(SM5)*

Ayrıca T1 ve T4'ün de içinde bulunduğu on yedi katılımcı sınıf-dışı süreçte paylaşılan içeriklerin süre vb. yönlerden uzunluğunun yeterli düzeyde olduğu ve bu içeriklerin konuyu özetlemeleri, daha iyi anlamaları noktasında etkili olduğunu belirtmişlerdir.

> *Çok faydalı oldu gerçekten de. Çünkü konuyu tekrar etmiş oluyordum. Öğrendiğim konuları daha da pekiştirdi arada da anlamadığım noktalar olmuştu. Onlar için*

gayet açıklayıcıydı videolar. Mesela kısa ve öz olması çok iyiydi videoların. Çünkü uzun videolarda hiç kimse anlamıyor, dikkati dağılıyor ama gerçekten de faydalıydı benim için paylaştıklarınız. (T1)

Ben quizlerimizin de gayet makul olduğunu düşünüyorum yani en fazla 10 soru sormuştunuz sanırım 6 soru 5 soru falan sorduğunuzda oldu. Quizler konuyu özetlememizi sağladığı için ve soruların içeriğini de o şekilde oluşturmuştunuz. Genelde açıklamamızı istemiştiniz, kısa cevaplar vermememizi istemiştiniz. Bu nedenle orada zaten sorulara yeterince ayrıntılı cevaplar vermeye çalışarak daha iyi bir özetleme oldu ve daha iyi konuyu öğrenmemizi sağladı. Soruların çok fazla olmaması biraz baştan savma yapmamamıza, zaten 5 soru tamam daha iyi yapalım daha özenli yapalım gibi bir noktaya da getirmiş olabilir bizi… (T4)

4.2.2. Sınıf-içi süreç, Tinkercad ve somut materyal kullanarak 3D modellemenin avantajları

Katılımcıların görüşme formunda *TYS Sınıf-içi Süreç ve Modelleme* başlığı altında bulunan sorulara verdikleri yanıtlar analiz edilmiş, oluşturulan kategori ve kodlar Tablo 4.25'te gösterilmiştir.

Tablo 4.25'e bakıldığında Tinkercad grubundan on bir (%91,7), Somut Model grubundan on (%83,3) olmak üzere toplamda yirmi bir katılımcının sınıf-içi süreç ve 3D modellemenin kalıcı öğrenmeyi sağladığını belirttikleri görülmektedir. T10 bu süreçte ezbere değil anlayarak ilerlediğini, SM11 modelleme sürecinin onu araştırmaya sevk ettiğini, T11 işlenen konuları kafasında iyice sindirdiğini ve ileride de aynı şekilde sunabileceği konusunda kendine güvendiğini belirtirken T5 sınıf-içi süreç ve 3D modellemenin kalıcı öğrenmeye etkisini şu şekilde belirtmiştir:

...Hatta şey bir tane soru vardı. Kod dizilimi vardı, 3 üssü 5 üstü ucu hangisidir? Anlayabilirmisiniz diye. Bende ona çok farklı bir cevap vermiştim. Başta anlayamayız deyip sonra anlayabiliriz diye bitirmiştim, ikili oynamıştım hangisi tutarsa hesabı. Ama hani khan akademi videosunu izleyince daha iyi oturdu. Hatta yaptığım modellemeden sonra tamamen oturdu. Yani şu anda bile yapabilirim. Unutmadım unutmam da. (T5)

Tablo 4.25. Sınıf-içi Süreç, Tinkercad ve Somut Materyal Kullanarak 3D Modellemenin Avantajları

Tema	Kategoriler ve Kodlar	Öğretmen Adayları			
		Tinkercad Grubu		Somut Model Grubu	
		F	%	f	%
Sınıf -	**Öğrenme Biçimine Etkisi**				
	Kalıcı Öğrenme*	11	91,7	10	83,3
	Daha Kolay Öğrenme	7	58,3	2	16,7

Eğlenerek Öğrenme	8	66,7	8	66,7
Farklı Öğrenme Stillerine Hitap Etme	5	41,7	2	16,7
Aktif Öğrenci	3	25,0	4	33,3
Süreç İçinde Kazanılan Beceriler				
Düşündürücü/Sorgulama	1	8,3	3	25,0
Somutlaştırma*	10	83,3	11	91,7
Yaratıcılık Gelişimi	3	25,0	6	50,0
Uzamsal Yeteneği Geliştirme	9	75,0	6	50,0
Tinkercad Programı Kullanımını Öğrenme×	11	91,7	0	0
Tinkercad Kullanım Kolaylığı	9	75,0	0	0
El Becerisinde Gelişme	0	0	4	33,3
Her Şeye Materyal Gözüyle Bakma	0	0	4	33,3
Artan İletişim*	12	100	12	100
Artan Öğrenme Sorumluluğu	6	50,0	1	8,3
Öğrenme Desteği Sağlama				
Eksik veya Yanlış Bilgileri Tespit Etme ve Giderme*	10	83,3	11	91,7
Farklı Bakış Açılarını Görme	3	25,0	3	25,0
Pekiştirme	4	33,3	6	50,0
Konuyu Özetleme	1	8,3	1	8,3
Ezberi Önleme	1	8,3	1	8,3
Bilişsel Yükte Azalma	1	8,3	0	0
Başka Derse Entegre Etme	5	41,7	1	8,3
Farklı Bakış Açısı Kazandırma	1	8,3	0	0
Gündelik Hayatta Kullanma	4	33,3	0	0
Derse Katılımda Artış	1	8,3	1	8,3
Duyuşsal Alana Etkisi				
Motive Edici	3	25,0	2	16,7
İlgi Çekici	2	16,7	3	25,0
Ön Yargıyı Yıkma	0	0	1	8,3
Değer Verme	0	0	1	8,3
Derse Karşı Olumlu Tutum Geliştirme	5	41,7	7	58,3
Malzeme Seçiminin Önemini Kavrama	0	0	1	8,3
Bilinç Kazandırma	0	0	3	25,0
İçeriğe Etkisi				
Zengin ve Faydalı İçerik	3	25,0	0	0
Aktif Öğrenme Etkinlikleri	3	25,0	4	33,3

$N_{Tinkercad}$=12, $N_{Somut\ Model}$=12 ***: Frekansı yüksek olan kod**
×: Grup bazında frekansı yüksek olan kod

Diğer yandan T2 ve SM9 3D modellemenin kalıcı öğrenmenin yanı sıra konunun somutlaştırılması bakımından da oldukça etkili olduğunu belirtmiş ve şu ifadeleri kullanmışlardır:

> *Yani şöyle mesela mayozu ezbere bilirsin ama kafanda canlanmaz. Hani tamam 2 evreden oluştuğunu bilirsin ya da DNA replikasyonu protein sentezini... Bunları hep*

bilirsin. Kavramlar hep zihnindedir ama mesela gözünün önüne hiçbir şey gelmez ya da ne bileyim benim gözümün önüne DNA replikasyonu deyince belki o dönemden önce hani o şekilde net bir şey gelmiyordu ama şuan fermuar gibi açılan bir şey geliyor aklıma çünkü hani ilmek ilmek işledik onları böyle teker teker yerleştirdik Gözümde canlanıyor zihnimde daha iyi bir yer etti… O açıdan 3 D modelleme çok iyi oldu… Bundan sonraki süreçte o işlediğimiz işte dna replikasyonu, virüs bakteri gibi şeyler bana tekrar sorulduğunda bu sefer hani hatırlama sürem kısalacak, o gecikme yaşanmayacak diye düşünüyorum. Çünkü aklımda artık. Zihnimde iyi bir yere sahip. Bu açıdan 3D modelleme çok iyi oldu. (T2)

…Üç boyutlu yaptıktan sonra şunu fark ettim ki aslında örneğin mesela bakterinin yapısında bilmediğim şeyler varmış ezbere biliyorum aslında hocam. Ama hani bu farklı bir şeyde de olabilirmiş. Hani ben tam yerlerini bilmiyordum. Onları öğrenme imkânı sağladı bana. Hocam üç boyutlu görünce aslında sanki canlı elinizdeymiş gibi oluyor. Hani gerçekten bir laboratuvarda inceliyormuşsunuz gibi oluyor ve bence olumlu bir yönde ilerleme sağlıyor hocam. (SM9)

Benzer bir şekilde T12, T7, T10 ve SM5'te 3D modellemenin konunun somutlaştırılması ve daha iyi anlaşılmasında etkili olduğunu belirtmiştir.

… Sadece iki boyutlu çizim olarak değil de yine video destekleri ayrı oluyordu ama onu üç boyutlu göstererek hangi enzim nerede o sırada o enzim aslında ne yapıyor bunu göstermek de ve bunu birebir kendim uyguladığım için de o konuları öğrenmemi daha da fazla arttırdı. Hadi şu an soru sorsanız mesela çoğunu cevaplayabilirim. (T12)

Mesela biyolojik bir kavram aslında çok soyut gelebiliyor ama modellemede somuta aktardığımız için daha nasıl diyeyim? Elle tutulur gibi… Anlatabiliyor muyum bilmiyorum yani. O şekilde daha iyi akılda kalıyor. (T7)

Genel olarak şöyle ee bu 3 üssü 5 üssünü anlamamda çok çok çok yarar kattı yani. Sonracıma hocam yani görsel olarak aklımda kaldı. Bir de renkli renkli yaptık ya bir de en sevdiğim renkleri kullandım. Evet baktıkça bakasım geliyordu, tamemen oturdu yani beynime. Benim sınavda da mesela direkt gözümün önüne geliyordu o DNA'nın yapısı işte onun karşısına o nasıl gelir? İşte mesela antiparalelin ben ne demek olduğunu bilmiyordum hani ezbere biliyoruz ama ne olduğunu bilmiyordum bunu kendim yapınca direkt oturdu şuan mesela. (T10)

Genetik konusunda çok fazla soyut kavram yani göremediğimiz, aslında olan ama bizim gözle göremediğiniz çok fazla soyut kavram var işte kromozomdur şeydir. Bunları kendimiz somut bir şekilde gözle görülür bir biçime soktuğumuzda onun aslında neler olduğunu, nasıl bir şekle sahip olduğunu, ya da vücudumuzda nasıl bir amaçları olduğunu vesaire hepsini somut bir şekilde gösterdik. Bence daha anlaşılır oldu ve bence unutulmayacak bu şekilde. Çünkü soyut kavramı okuyup geçtiğinizde bence çok daha çabuk unutuyoruz. Bu şekilde somut öğrenmeden dolayı bence daha kalıcıydı.(SM5)

Katılımcılardan SM7 modellerin gerçeklerinin birer temsili olduğunu ve kişinin model yapabilmesinin konuyu gerçekten öğrendiğinin bir göstergesi olduğunu belirtirken SM6 3D modellemenin diğer görsel temsillerden öğrenme üzerine daha etkili olduğunu belirtmiştir.

> *…Burada hem öğrendiklerimin sınıfta uygulamasını yaparak hem de üç boyutlu modelleme yaparak bunu daha da ileriye taşıdık. Mesela normalde bir fotoğraf veya resmi algılamamız hani biraz uzun sürebilir ama onu üç boyuta döktüğümüzde onu yaparken daha rahat anlayabiliyoruz yani onu fark ettim. (SM6)*

Bir diğer yandan katılımcılardan SM12 ve SM4'te yapılan 3D modellemenin konuyu hatırlamalarında etkili olduğunu belirtmiştir.

> *Her şeyi böyle üç boyutlu düşünmemize yardımcı olacak materyaller kullandığımızdan dolayı çok daha kalıcı bir öğrenim sağlayabildik diye düşünüyorum… Modelim gözümün önüne geliyor, onun üzerinden şu şu görevdeydi deyip o süreci anlatabiliyorum... Eğer böyle yapmasaydık diğerleri gibi çok çabuk unutabilirdim mesela. (SM12)*

> *Mesela bundan önceki biyoloji dersine gidersek mesela 1. sınıfın 2. Dönemi aldığım da pek hatırlamıyorum onunla ilgili ama birkaç sene geçse de ben trna modelimi o kutuyla tuvalet kâğıdıyla yaptığım modeli hatırlayacağım. Hatırlama konusunda artısı oldu.(SM4)*

Bunlara ek olarak katılımcılardan T4 sınıf-içi süreç ve 3D modellemenin, pandemi sürecinde yüz yüze yapılamayan uygulamaların birer telafisi niteliğinde olduğuna değinmiştir.

> *Bir noktada daha iyi görmemizi sağlıyor. Bir de şimdi okulda da değiliz. Herhangi bir deney ya da işte herhangi bir şey yapamıyoruz. Laboratuvar eğitimlerimiz de olmadığı için o anlamda bence oldukça kolaylık sağlamış oldu, daha iyi görebilmemizi sağladı olayı. Hani daha iyi kafamızda canlandırabilmemizi sağladığını düşünüyorum. Yani aslında yüz yüze de yapamadığınız uygulamaların bir telafisi olmuş gibi oldu. (T4)*

Kalıcı öğrenmede konunun pekiştirilmesine dikkat çeken T8 durumu şu şekilde ifade etmiştir:

> *Hani böyle tek bir aşamadan oluşmadığı için bir sürü kısmında yeniden yeniden başka yönleriyle konuyu öğrendik. Hani tartışma da ayrı quizde ayrı modellemede ayrı bir şeyini öğrendik. Bu şekilde daha iyi öğrendik. Bu yüzden kalıcılığının yüksek olduğunu düşünüyorum. (T8)*

Yapılan görüşmeler sonucunda her iki gruptan da sekizer katılımcı eğlenerek öğrendiklerini belirtmiştir. Bunu T9 derse karşı olumlu tutum geliştirmenin yanı sıra yapılan uygulamanın biyolojiyi ezberden çıkardığı şeklinde ifade etmiştir:

> *Hocam çünkü ben lise hayatım boyunca biyolojiden nefret etmiştim. Üniversitede de aynı şekilde. Yani bir türlü yapamadım ben biyolojiyi. Ezber kabiliyetim yok. Mantığını da anlamıyordum ama bu şekilde yani modelleme yapmamız için öncelikle bir konuyu gerçekten öğrenmemiz gerekiyor. Bir de hani ayrıntılı bir şekilde öğrenmemiz gerekiyor. Sonrasında da ortaya güzel bir proje çıkarıyoruz ya, bu beni gerçekten çok olumlu yönde etkiledi. Yani severek takip ettiğim nadir derslerden biri oldu. (T9)*

Aynı şekilde SM5'te eğlenerek ve ezberlemeden öğrendiğini belirtmiştir.

> *...Biyolojiyi böyle çok ezber bulan bir yapım var yani biyoloji benim için biraz ezber, ezbere kaçan bir ders ama bence yani böyle somut kendimizin bir şeyler yapması biyolojiyi biraz daha ezberden çıkartıp pratiğe dökmek gibi bir şey oldu. Yani ben daha eğlenceli buldum dersi ve hani hiç ders işliyormuş gibi değildik zaten hep biz bir şeyler yapıyorduk derste... (SM5)*

Tinkercad grubundan on (%83,3) ve Somut Model grubundan on bir (%91,7) olmak üzere toplamda yirmi bir katılımcı sınıf-içi süreç ve 3D modelleme ile eksik veya yanlış bilgilerini tespit ederek giderdiklerine dikkat çekmiştir.

> *... Mayoz ve mitoz da bu 2n=4 ise n=2 kısımlarını tetrat oluşumlarını falan oldukça karıştıran arkadaşlarım vardı… Açıkçası Tinkercad uygulamasının bu noktada çok yardımcı olduğunu düşünüyorum. Çünkü daha fazla şey yapabiliyor ve yaptığımız modellerde içine girebiliyoruz ya sanki yolculuk yapma gibi film izler gibi… (T5)*

> *...Hani Tinkercad'de model yaparken aa bu da buna mı yarıyormuş diye şaşırıp öğrendiğim şeyler oldu yaparken… (T9)*

> *...Bence kendimiz vakit ayırdığımız için neyi öğrenip neyi öğrenmediğimizi de fark ediyoruz ve modellemeye geçtiğimiz zamanda eksiğimiz varsa zaten o modelde sıkıntı çıkıyor. O açıdan da öğrenip öğrenmediğimizi modelleme üzerinden test edebiliyoruz diyebilirim… (T7)*

Katılımcılardan T3 eksik bilgilerin tespit edilmesi ve giderilmesi noktasında arkadaşlarıyla etkileşim içinde olmalarının daha etkili olduğuna vurgu yapmıştır.

> *...Yanlışlarımızı orada öğrenmemiz ve arkadaşlarınızdan bu yanlışları bulmamız sanki bizim için daha kalıcı oluyordu. Hani şey derler ya sen bir konuyu arkadaşlarından öğrenirsen, öğretmenlerin öğrettiğinden daha iyi aslında öğrenirsin. (T3)*

Diğer yandan SM9, T3, SM12 ve diğer üç katılımcı benzer şekilde bu süreçte farklı öğrenme stillerine de hitap edildiğini belirtmiştir.

> *...Tam bir öğrenme modeli oluşturdu. İnsanı tek bir şey içerisinde sınırlamıyor. Örgün öğrenmede gelişen insanlar örgün öğrenmesini de alıyor. Daha sonra somut modeli iyi olan insanlar somut model eğitiminde kendini buluyor ve test açısından*

kendini geliştirmek isteyen insanlar hani test çözmeye daha alışık olan insanlar işte testte kendini daha iyi bulmuş oluyor… Hani aslında 4 yönüyle insana farklılık sağlıyor… Zeka tiplerinin burada aslında önemsediğini gösteriyor bu modelin. Hani her insan kendini bir şeyde bulabiliyor bu çeşitlilik genelde bize verilmiyor ama bu dönem burada verilmiş oldu. (SM9)

Şöyle ki görsel zeka diye de bir şey var ya mesela bu trna yaptık mrna yaptık onları ben jelibonlarla yaptım. Renkli jelibonlarla… Mesela o benim aklımda. Benim yaptığım tüm modellerden bana en çok katkısı olan ve aklımda kalan o oldu mesela, renklerinden olsun şekerinden olsun. Yani artık hani biri bana protein sentezi nedir diye sorduğunda ilk o model aklıma geliyor. Hani nasıl olduğunu artık resmedebiliyorum hani o konunun nasıl olduğunu yani internetten resim açıp da gösterebiliriz ama onun gözümüzün önünde olması ya canlı olarak o çok daha büyük katkı sağlıyor öğrenmeye bence. (SM12)

Yapılan görüşme sonuçları Tinkercad grubundan dokuz (%75), Somut Model grubundan altı (%50) katılımcının 3D modellemenin uzamsal yeteneklerini geliştirdiğini göstermektedir. T2 uzamsal yeteneğinin geliştiğini aşağıdaki gibi belirtmiştir:

... Başlarda Tinkercad'de model yaparken, cisimleri döndürürken falan veya işte uzamsal yetenek testini çözerken çok zorlanıyordum. Ama zamanla model yaptıkça çok daha hızlandım hem tasarım yaparken hem de sonradan uzamsal yetenek testini çözerken… (T2)

Tablo 4.25'ten de görüldüğü gibi Tinkercad grubunun %91,7' si bu sürecin en önemli katkılarından birinin Tinkercad programını kullanmayı öğrenmek olduğunu belirtmiştir. Örneğin T7 istedikleri her şeyi zihinlerinde olduğu gibi Tinkercad' de modelleyebildiklerini, T4, T10, T11, T7, T5 ve T6 Tinkercad'in herkesin kolaylıkla kullanabileceği bir program olduğunu, T4 Tinkercad'in hem eğlenerek hem de basitleştirerek konuyu öğrenmelerine katkı sağladığına vurgu yapmıştır. Öte yandan katılımcılardan T1 yalnızca bilgisayar ve internet kullanarak 3D model yapabildiğini şu şekilde belirtmiştir:

...Elimizde olan bir bilgisayarın içerisinde olduğu için de hani fazla bir malzemeye de gerek kalmadan bunları yapabiliyorduk. Bu çok kolaylıktı benim için. Bilgisayar içerisinden sadece girip hemen yapıyordum, kayıtlanıyordu. (T1)

Bir diğer yandan Somut Model grubundan SM5 somut modellemede materyal seçiminin önemini, SM11 el becerisinin geliştiğini, modellemeye karşı olumlu tutum geliştirdiğini ve zamanla her şeye materyal gözüyle baktığını vurgulamıştır. Benzer şekilde SM4 ve SM10' da çevrelerindeki her şeye materyal gözüyle baktıklarını şu şekilde ifade etmişlerdir:

…Yürürken falan aa bak bunu materyal olarak kullanabilirim diye düşnüyordum hani gerçekten öyle bir boyuta geldik. (SM4)

> *İlk başlarda hani nasıl tasarlayabilirim? Ne kullanabilirim diye düşünüyordum ama ondan sonra zaten böyle bir 2-3 hafta sonra artık etrafımdaki her şeyi materyal olarak görmeye başladım. Evin içinde bakıyorum bir şey. Bununla ne yapabilirim acaba? diye düşünüyorum virüs mü vs neye çevirsem bunu diye. Her şeyi böyle değerlendirilebilecek bir malzeme gibi görüyorum artık. (SM10)*

Bunlara ek olarak SM9 bu sürecin ona geri dönüşüm bilinci kazandırdığına dikkat çekmiştir.

> *...İlk zamanlarda insanın zihninde şöyle bir şey oluyor hani hep malzeme almam gerekiyor tarzında bir şey oluyor. İnsan bir kendini zor duruma sokuyor. Aslında elimizde bulunan her şey bu bölümde bizde varmış, bunu fark ettim ben mesela. Hani bazı materyalleri şey görüyordum hani bunu kullanmayayım bu gereksiz olur vesaire diye düşünüyordum evdeki. Hocam mesela pet şişeden bile bir şeyler yapmak aklıma gelmeye başladı daha sonra hani belli bir geri dönüşüm bilinci de veriyor insana... (SM9)*

Katılımcılardan SM7 yaratıcılığının da geliştiğini şu sözlerle ifade etmiştir:

> *...Kırtasiyeye gittiğim zaman atıyorum önüme bir şey geliyordu aklıma hemen bir fikir geliyordu yani bu şekilde yapabilirim diye... Modellerimi ben o şekilde tasarladım. Örneğin DNA dizilimi vardı mutasyonlar için. Ben kırtasiyeye gittiğim zaman ne yapabilirim diye düşünüyordum. Önüme şey çıktı. Bu tren rayları çıktı. Tren raylarının oraya hani o arasına taşları yerleştirerek o mutasyonu görselleştirebilirim diye düşündüm. O şekilde yaptım. (SM7)*

Ayrıca Tinkercad grubundan beş (%41,7) Somut Model grubundan dokuz (%75) katılımcı sınıf-içi süreçte birbirleri ve öğretmeni-araştırmacı ile aralarındaki iletişimin arttığına dikkat çekmişlerdir.

> *Mesela hiç sesini duymadığım arkadaşlarım vardı. Diğer derslerde kamera ve mikrofon açmıyoruz pek fazla yani pek değil hiç açmıyoruz. Ben kendim de hiç konuşmuyorum ya da kamera açmıyorum. Ama bu eğitim sürecinde daha iç içeydik. Daha böyle herkesin sesini duyduk. Güzeldi ve hep böyle sohbet havasında geçti. Eğleniyordum hani ben, ders gibi gelmiyordu. O yüzden hoşuma gidiyordu.(T2)*

> *...Mesela hiç tanımadığım bir arkadaşımın bana yazıp işte hani bu hafta ne yaptık? İşte, yardımcı olabilir misin? Falan gibi sorması iletişimimizi de kesinlikle kuvvetlendirdiğini düşünüyorum... (T11)*

Hangi modellemenin daha avantajlı olduğunu belirlemek amacıyla katılımcılara tekrar bu uygulamaya katılma şansları olsa hangi grupta olmayı tercih edecekleri sorusu yöneltilmiş, Tinkercad grubunun tamamı (%100) tekrar Tinkercad grubunda olmak istediklerini; Somut Model grubundaki katılımcıların ise sekizi tekrar Somut Model grubunda olmak istediğini, üçü Tinkercad grubunu biri de ikisinin de ilgisini çektiğini dolayısıyla fark etmeyeceğini belirtmiştir (Tablo 4.26).

Tablo 4.26. Uygulama Sonrası Grup Tercihi

	Tercih Edilen Grup	Öğretmen Adayları			
		Tinkercad		Somut Model	
		F	%	f	%
Uygulama Sonrası Grup Tercihi	Tinkercad	12	100	3	25,0
	Somut Model	0	0	8	66,7
	Farketmez	0	0	1	8,3

$N_{Tinkercad}$=12, $N_{Somut\ Model}$=12

Örneğin katılımcılardan T1 Tinkercad'i başka bir dersinde grup arkadaşlarıyla uzaktan tek bir model üzerinde çalışabilmesine olanak vermesi ve başka materyale ihtiyaç duyulmaması yönüyle tercih ettiğini belirtmiştir. Öte yandan T12 3D düşünme, hayal etme ve çalışma açısından Tinkercad'in daha iyi olduğunu belirtirken, T8 somut materyalle modellemeye göre Tinkercad'de daha fazla vakit harcamasına karşın modellerinin kafasındakine neredeyse birebir benzediğine, oluşturduğu modelin içine daha çok sindiğine dikkat çekmiştir. Diğer yandan Örneğin SM2 el becerisinin iyi olmadığına değinerek tekrar grup seçme şansı olsa Tinkercad'i tercih edeceğini şu sözlerle ifade etmiştir:

> *Benim el becerim iyi değil, yani sıfır gibi bir şeydi. Bu süreçte el becerim gerçekten gelişti biraz da olsa fakat somut olarak yanıt alamadığım zamanlar da oldu. Böyle olunca birazcık moralim bozuluyor. Ben çok çabuk pes eden bir insanım… Ayrıca bilgisayarla uğraşmak hoşuma gidiyor ve mesela somut materyal de bu hafta bunu tasarlayacağım işte ne malzeme alabilirim diye düşünmesi ve kapanma sürecinde gidip alması beni sıkıntıya sokuyordu. Ama Tinkercad' de bilgisayar başındasınız ve hiçbir ekstra materyal olmadan, sürekli arkadaşlarla da çok basit bir şekilde iletişimde olabiliyorsun. Bu yüzden Tinkercad grubunda olmayı isterdim. (SM2)*

Ayrıca örneğin T3 Tinkercad'e karşı başlangıçta ön yargılı olsa da fikrinin değiştiğini ve Tinkercad grubunda olduğuna sevindiğini şu şekilde ifade etmiştir.

> *… Hatta hatırlıyor musunuz bilmiyorum mail atmıştım size hocam ben Tinkercad' i beceremiyorum diğer gruba geçsem diye, iyi ki almamışsınız, iyi ki bu grupla devam etmişim. Keşke derslerimiz bu şekilde devam etse... Bittiğine üzülüyorum. (T3)*

4.2.3. Sınıf-içi süreç, Tinkercad ve somut materyal kullanarak 3D modellemenin dezavantajları

Katılımcılarla yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkan kodlar *Süre Açısından, Uygulamanın Yoğunluğu ve Somut Modelleme Süreci* şeklinde kategorize edilmiş ve Tablo 4.27'de *Sınıf-içi Süreç, Tinkercad ve Somut Materyal Kullanarak 3D Modellemenin Dezavantajları* teması altında sunulmuştur.

Tablo 4.27'ye bakıldığında Tinkercad grubundan altı (%50) katılımcının sınıf-içi sürecin herhangi bir dezavantajı bulunmadığını dile getirdikleri görülmektedir. Grubun diğer üyelerinden T4 Tinkercad'de 3D modelleme yaparken sürenin yetmemesini dezavantaj olarak görürken T9 ve T7 sürecin dezavantajını modellemenin fazla vakit alması şeklinde belirtmişlerdir. Somut Model grubunda ise sekiz (%66,7) katılımcı modellemenin fazla vakit aldığından bahsetmiştir. Katılımcılardan T5'te modellemenin vakit aldığını fakat bunun süre dezavantajından çok sağlık probleminden kaynaklandığını şu şekilde belirtmiştir:

> *... Keyifliydi sadece çok uzun sürmesi sağlık açısından iyi olmadığını düşünüyorum. Çünkü özellikle biz Salı günü yapıyorduk. O gün mutlaka akşamleyin uzanmam gerekiyordu. Bel ağrısı çekiyordum çünkü. (T5)*

Tablo 4.27. Sınıf-içi Süreç, Tinkercad ve Somut Materyal Kullanarak 3D Modellemenin Dezavantajları

Tema	Kategoriler ve Kodlar	Öğretmen Adayları			
		Tinkercad Grubu		Somut Model grubu	
		F	%	f	%
Sınıf-içi Süreç, Tinkercad ve Somut Materyal Kullanarak 3D Modellemenin Dezavantajları	Yok×	6	50,0	0	0
	Süre Açısından				
	Kısıtlı Süre	1	8,3	1	8,3
	Fazla Vakit Alması*	2	16,7	8	66,7
	Uygulamanın Yoğunluğu				
	Artan Öğrenme Sorumluluğu	2	16,7	0	0
	Evdeki Müsaitlik	0	0	2	16,7
	Somut Modelleme Süreci				
	Soyutu Somuta Dökme	0	0	3	25,0
	El Becerisi	0	0	1	8,3
	Malzeme Temini	0	0	7	58,3
	Malzeme Seçimi	0	0	2	16,7

$N_{Tinkercad}$=12, $N_{Somut\ Model}$=12 ***: Frekansı yüksek olan kod**
×: Grup bazında frekansı yüksek olan kod

Tablo 4.27 uygulamanın yoğunluğu kategorisi açısından incelendiğinde Tinkercad grubundan iki katılımcının söz hakkı konusunda sorun yaşadıkları görülmektedir. Katılımcılardan T3 ve T5 diğer arkadaşlarından kendilerine söz hakkı gelmediğini belirtmiştir. Öte yandan aynı gruptan T9 ve T6 dezavantaj olarak artan öğrenme sorumluluğundan bahsetmiştir. Fakat katılımcılardan T6 öğrenme sorumluluğunu bu sürecin hem dezavantajı hem de avantajı olarak gördüğünü belirtmiştir. Somut Model grubundan ise iki katılımcı evdeki müsaitlik durumlarından kaynaklı sorun yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

> *Evde kardeşim vardı. Küçük kardeşim vardı, o biraz rahat vermiyordu. Arada da gelip modellerimi bozuyordu. Ondan benim için biraz sıkıntı oluyordu. Tek sıkıntım oydu. (SM7)*

Somut modelleme sürecine dair en çok karşılaşılan sorun grubun %58,3'ünün bahsettiği malzeme temini olarak görülmektedir. Örneğin SM5 bu durumu aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

> *Zorluklar açısından biraz evde bu hani materyal ve modelleme yaparken işte malzeme bulmak kapanma sürecinden dolayı vs. biraz beni zorlayan o oldu. Bence bu ders pandemiye denk gelmeseydi tüm arkadaşlarımız böyle daha detaylı daha güzel modellemeler de yapabilirdi. Tek sıkıntı malzeme bulmak konusuydu bu dönemde. (SM5)*

Diğer yandan üç katılımcı modellenen olgu ve olaylar soyut olduğu için somuta dökerken ne kadar doğru yapabilecekleri konusunda düşünmeleri yönüyle zorlandıklarını belirtmiştir. İki katılımcı ise seçtikleri malzemelerden model oluşturma süresinin uzaması veya istedikleri modeli ortaya koymada yetersiz olması yönüyle bazen zorlandıklarını dile getirmişlerdir.

4.2.4. TYS modelinin sevilen yanları

Katılımcıların *Bu modelde en çok sevdiğiniz şey ne oldu?* sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kategori ve kodlar Tablo 4.28'de gösterilmiştir.

Tablo 4.28'e bakıldığında Tinkercad grubundan altı (%50) katılımcının bu süreçte en çok Tinkercad ile 3D model yapmaktan zevk aldıklarını belirttikleri görülmektedir. Aynı şekilde Somut Model grubundan da dört (%33,3) katılımcının bu süreçte en çok somut materyal kullanarak somut modelleme yapmayı sevdiklerini belirttikleri görülmektedir. Örneğin T2 Tinkercad' de 3D model yapma üzerine düşüncelerini şu şekilde ifade etmiştir:

> *Ben hep çok seviyordum Tinkercad'i. Çünkü şu an mesela bizim dersimiz bitti ama ben girip birkaç model yaptım kendi kendime. Bence çok keyifliydi hatta dedim acaba dersimiz bitti ama sınıfımız orada duruyor mudur? Hani benim şeylerim diye sonra girdim baktım hala duruyordu, çalışmalarımız var baya sevindim oradan devam ettim… Gerçekten çok seviyorum. En sevdiğim şey Tinkercad de 3D modelleme yapmaktı. (T2)*

Tablo 4.28. TYS Modelinin Sevilen Yanları

Tema	Kategoriler ve Kodlar	Öğretmen Adayları			
		Tinkercad Grubu		Somut Model grubu	
		f	%	f	%
Ters Yüz Sınıf Modelinin	**İçerik-Uygulama Açısından**				
	Tinkercad veya Somut Materyal ile 3D Model Yapma×	6	50,0	4	33,3
	Sınava Önden Hazırlık	3	25,0	4	33,3

Sınıf-Dışında Öğrenip Sınıf-İçinde Uygulama	0	0	1	8,3
Aktif Katılımı Sağlama	1	8,3	2	16,7
Öğrenme Çeşidi Açısından				
Eğlenerek Öğrenme	2	16,7	1	8,3
Kalıcı Öğrenme	1	8,3	1	8,3
Farklı Öğrenme Stillerine Hitap Etme	1	8,3	1	8,3
Kendini Geliştirme				
Kendini Geliştirme	1	8,3	0	0
Artan İletişim	5	41,7	3	25,0
Sistematik Çalışma	1	8,3	0	0
Özgüven Artışı	2	16,7	0	0
Her Şeye Materyal Gözüyle Bakma	0	0	1	8,3
Artan Öğrenme Sorumluluğu	2	16,7	2	16,7

$N_{Tinkercad}$=12, $N_{Somut\ Model}$=12 ***: Frekansı en yüksek olan kod**
×: Grup bazında frekansı yüksek olan kod

Diğer yandan içerik açısından T7 sunum yapmayı, T1 ve SM6 sınıf-içi süreçte yapılan tartışmaları sevdiklerinden bahsederken dört katılımcı sınıf-dışı süreçte uygulanan quizleri sevdiklerinden bahsetmiştir. Mesela SM11 quizlerin sınava önden hazır olmasını sağlaması yönüyle en sevdiği uygulama olduğunu şu sözlerle ifade etmiştir:

> *Ben açıkçası quizleri cevaplamak için derslerin hep tekrarlarını dinledim. Slaytları tekrar okudum. Konulara aslında sınava çalışır gibi hepsine çalıştım yani quizler olmasaydı muhtemelen sınavdan önce çalışmazdan hazır olamazdım. O yüzden çok güzel oldu. Sınava çok hazırlıklı oldum yani sınav zamanı neredeyse hiç çalışmadım. Direkt zaten quizlerden sınava hazırdık çok iyi oldu o yüzden benim için. quizleri çözerken her soruyu çözemediğim oldu eksik çözdüğüm oldu sonra zaten zoom da birlikte çözdük… Yani en çok sevdiğim şey her hafta konuya zamanında çalışıp sınavda beni rahat ettirdiği için quizler oldu. (SM11)*

Tablo 4.28 öğrenme açısından incelendiğinde üç katılımcının eğlenerek öğrenme yönüne dikkat çektikleri görülmektedir. Örneğin SM8 eğlenerek öğrendiğini, modellemeyi hobi olarak gördüğü ve pandemi sürecinde birlikte yapılan bir uğraş olarak tanımlamış ve aşağıdaki şekilde ifade etmiştir:

> *…El işi, materyal tasarımı vs hoşuma giden şeyler küçüklüğümden beri. O yüzden ilk başta ödevden çok benim için bir etkinlik hobi olarak geldi hele ki bu pandemi sürecinde güzel bir vakit geçirme aracı oldu benim için… Sonuç olarak konuları gözümüzde somut olarak canlandırmamızı sağlıyor. Modelleme ile kafamızda daha iyi yer etti. Atıyorum Bundan 10 sene sonra tekrar bu modelim aklıma gelecek. Bu konuyu onun üzerinden hatırlayabileceğim… (SM8)*

Diğer yandan örneğin T3 ve T7 uygulama sürecinde farklı öğrenme stillerine hitap edilmesinin kendinin daha iyi öğrenmesine katkıda bulunması yönüyle sevdiğini vurgulamıştır.

Bu derslerde gördüğümüz yani çevrimiçi derslerde gördüğümüz sanki daha çok işitsel zekâ ile ilgili ne kadar görsel olsa da sanırım orada kalıyor gibi. Bu derste çok farklı uygulamalar yapıyoruz… Örneğin model yaptığımızda görsel-uzamsal zekâya sahip öğrencilerin daha çok öğrendiklerini düşünüyorum… Benim görsel zekâmın olduğunu ve bir şeyi görselleştirince çok daha iyi anladığımı düşünüyorum. O yüzden bana çok katkısı olmuştu. (T3)

…Ben görsel ve laboratuvar olsun o görsel dokunma tarzı öğrenme biçiminde ve sosyal ortam sonuçta bir grup içinde öğrendik bu tarz bir öğrenme biçiminde daha iyi öğreniyorum diğer öğrenme şekillerine göre. Çünkü gördüğüm zaman ben de çok şey vardır hayal etme. Normal okuduğum bir kitabı bile hayal ederek ilerlerim. O açıdan o görselle olması konuyu benim için daha anlaşılır hale getirdi. (T7)

Katılımcılara bu sürecin en sevdikleri yanın ne olduğu sorulduğunda Tinkercad grubundan beş, Somut Model grubundan üç katılımcının artan iletişim yanıtını verdikleri görülmüştür. Örneğin T12 kendilerine verilen söz hakkından, T4 ve T11 hızlı ve sürekli olan geri dönütlerden etkilendiklerinden bahsetmişlerdir. Diğer taraftan SM7 Zoom'da yapılan yüz yüze uygulamanın sınıf içindeymiş gibi hissettirdiğinden bahsetmiş ve sürecin onun iletişim becerilerini geliştirdiğini, bu uygulamanın çekingen öğrenciler için çok iyi olduğunu vurgulamıştır.

Yüz yüze eğitimdeyken ben çok fazla hocalarla iletişime geçemiyordum. Parmak kaldırıyordum ama soru soramıyordum yani aklımdaki soruyu cümlelere vuramıyordum. Ancak bu ters yüz eğitim sayesinde yüz yüze görüşerek hem öğretmenlerimle konuşma yeteneğimi geliştirdim, hem de aklıma gelecek her türlü soruyu çekinmeden sorabiliyordum. Bu derste olsun diğer uzem den gördüğümüz dersler olsun… Yani bu bence çok iyi bir şey oldu benim için, benim gibi insanlar için… (SM7)

Tablo 4.28 incelendiğinde her gruptan ikişer katılımcının sürecin sevilen yanı olarak artan öğrenme sorumluluğunu dile getirdikleri görülmektedir. Örneğin SM7 TYS'nin ona daha çok sorumluluk bilinci kazandırdığını, SM4 uygulamanın kendisini daha çok çalışmaya teşvik ettiğini ve yaptıkça öğrendiğini hissettiğine dikkat çekmiştir. Öte yandan SM6 bu sürecin onu sistematik çalışmaya ve bunun sonucunda da sınava önden hazır olmasını sağladığını şu şekilde ifade etmiştir:

Her şeyin belli bir zamanı olduğu için yani quizleri göndermenin belli bir zamanı vesaire o zaman içerisinde her şeyi hallettim. Ama mesela normalde sınav olacaksa genel anlamda sona bırakmayı tercih ediyoruz açıkçası. Yani şöyle önce bir rahatlık zamanı ondan sonra sınava yakın zamanda tutuşma dönemi, tutuşma döneminde gece gündüz not çıkarma dönemi son günde notlarımızı okuyup sınava giriyordum. Ama bu derste öyle bir şey olmadı. Hem önden ödevlerimizi tamamlamıştık hem de

ödevleri yani uygulamaları yaparken konuyu önden öğrenmiştik. Bu yüzden ben vize dönemi geldiğinde hiç o şekilde zorlanmadan sınava girdim, gayet rahat bir şekilde ilerledi. (SM6)

Benzer şekilde T10'da sistematik çalışma alışkanlığı kazandığından bahsetmiştir.

Ben tam böyle son anda çalışan bir insanım. Mesela ödevi her zaman son gün yaparım hatta annem hep kızar yani yeter artık kızım diye… Mesela siz dediniz ya Pazar günü bu yapılacak yani pazar günümü tamamen ona ayırıyordum, çok çok iyi oldu hocam o yönden o ödevler. Her hafta konu bitince benimde konum bitti sizinle beraber hani böyle konu bitire bitire gittik çok iyi oldu. Son güne asla bırakmadım. (T10)

4.2.5. TYS modelinin sevilmeyen yanları

Yapılan görüşmeler sırasında katılımcılara TYS öğrenme sürecinde sevmedikleri şeylerin neler olduğu sorulmuş ve alınan yanıtlar üzerinden oluşturulan kodlar ve kategorilere Tablo 4.29'da yer verilmiştir.

Tablo 4.29 incelendiğinde Tinkercad grubundan yedi (%58,3) Somut Model grubundan beş (%41,7) katılımcının TYS modeline dair sevmedikleri şeyin bulunmadığı görülmektedir. Katılımcılar tarafından TYS modelinin en sevilmeyen yanı fazla vakit alması olarak belirtilmiştir. Örneğin SM10 TYS modeline göre işlenen derste diğer derslerine göre çok daha fazla vakit harcamasının yorucu olduğunu belirtmiş buna karşın daha fazla öğrendiğini de eklemiş ve bu durumu aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

TYS' de diğer derslere göre daha fazla vakit verdim ama işte bu da biraz yorucu oldu. Ee hocam 10 tane ders olduğu için biraz yorucu oldu. (Aslında daha Düzenli vakit harcadım diyebiliriz. Çünkü diğer derslerde sınav haftası Hepsini bir arada çalışıyordum. Biyolojiyi şimdi hafta hafta bütün konulara çalışmak zorunda kaldım.)Gerçekten sadece biyoloji dersi genetik dersi olsaydı gerçekten çok zevkli daha böyle yani istekli yapardım modelleri ama şimdi böyle çok sıkıştırmak zorunda kaldım. Aynı zamanda daha da fazla öğrenmiş oldum. Şimdi üç boyutlu bir şeyler yaptığım için daha böyle aklımda kaldı yani daha iyi öğrenmiş oldum. (SM10)

Bunun aksine Somut Model grubundan iki katılımcı da kısıtlı zamandan hoşnutsuz olduğunu belirtmiştir.

Tablo 4.29. Ters Yüz Sınıf Modelinin Sevilmeyen Yanları

Tema	Kategoriler ve Kodlar	Öğretmen Adayları			
		Tinkercad Grubu		Somut Model grubu	
		F	%	f	%
Ters Yüz Sınıf Modelinin Sevilmeyen Yanları	Yok*	7	58,3	5	41,7
	Süre Açısından				
	Fazla vakit alması×	1	8,3	5	41,7
	Kısıtlı zaman	2	16,7	2	16,7

$N_{Tinkercad}$=12, $N_{Somut\ Model}$=12

*: Frekansı en yüksek olan kod

×: Grup bazında frekansı yüksek olan kod

Öte yandan katılımcılardan T9 ve T6 TYS'nin sevmedikleri yanının artan öğrenme sorumluluğu olduğunu belirtmiştir. T4 ve T7 ise yetiştirme kaygısı yaşadıklarına değinmiştir.

> *Yani hocam aslına bakarsanız şöyle 10 tane ders aldığımız için çok fazla dersten dolayı bi zaman yetiştirememe durumları oluyor çünkü açıkçası üç gün falan ayırmam gerekti. Bir gün işte full konuları dinleyip onları anlamak, bir gün modeli tasarlamak, bir gün de raporu güzelce hazırlamak için o şekilde bir zaman anlamında yani sadece o yetiştirme kaygısı biraz zorluk olmuş olabilir. (T4)*

4.2.6. TYS modelinin iletişime olan etkisi

Görüşme sırasında sorulan *TYS modeli ile derslerin işlenmesi sizin diğer arkadaşlarınız ve öğretmeniniz ile olan iletişiminizi nasıl etkiledi?* Sorusuna alınan yanıtlar analiz edilmiş, oluşturulan kod ve kategoriler Tablo 4.30'da gösterilmiştir.

Tablo 4.30'a bakıldığında her iki grupta bulunan tüm katılımcıların (%100) bu süreçte birbirleriyle ve öğretmenleri-araştırmacı ile iletişimlerinde artış meydana geldiğini belirttikleri görülmektedir. Örneğin katılımcılardan T9 öğretmeni-araştırmacı ile arasındaki iletişimi aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

> *...Hiç hoca-öğrenci gibi değildi hocam yani her yardımımıza koştunuz gerçekten söylediğim gibi. Beni hani sizin tutumunuz da bunu sevdirmiş olabilir. Çünkü çoğu hocamız hiçbir sorunumuza olumlu şekilde geri dönüş yapmıyor yardımcı olmuyor yani siz programı yani benim bilgisayarımın sorunu ile bile siz kendiniz ilgilenip çözmeye çalıştınız. (T9)*

Tablo 4.30. TYS Modelinin İletişime Olan Etkisi

Tema	Kategoriler ve Kodlar	Öğretmen Adayları			
		Tinkercad Grubu		Somut Model grubu	
		f	%	f	%
Ters Yüz Sınıf Modelinin İletişime Olan Etkisi	**Kişilerarası İletişim**				
	Öğretmenle Artan İletişim*	12	100	12	100
	Arkadaşlarla Artan İletişim*	12	100	12	100
	Öğretmene Kolay Ulaşabilme	2	16,7	0	0
	Öğrenme Ortamı/Süreci				
	Hızlı ve Sürekli Geri Dönüt	3	25,0	2	16,7
	Keyifli	1	8,3	0	0
	Samimi Ortam-'Sınıf Ortamına Benzedi'	2	16,7	2	16,7
	Daha Sosyal Ortam	2	16,7	1	8,3
	Duyuşsal Alana Etkisi				
	Değer Görme	1	8,3	0	0
	Motive Edici	1	8,3	0	0
	Kendini İfade Etme Becerisinde Artış	1	8,3	1	8,3
	Özgüven Artışı	2	16,7	2	16,7
	İlgi Artışı	0	0	1	8,3
	Daha Rahat	0	0	1	8,3

$N_{Tinkercad}$=12, $N_{Somut\ Model}$=12 ***: Frekansı en yüksek olan kod**

Katılımcılardan T4 ve T9 araştırmacıya kolayca ulaşabildiklerini belirtirken örneğin T12 hızlı ve sürekli geri dönüt alabildiklerinden bahsetmiştir.

> *Mesela biz hani size sorduğumuzda siz hemen onun üç boyutlu modelini açarak işte bak şurada yanlış yapmışsın burayı doğru yapmışsın gibi hani direkt olarak 3D şekil üzerinden açıklamanız hem de sizin mailden de sorulan her soruya cevap vermeniz hani gerçekten olumlu bir şekilde etkiledi. Onun dışında anlamadığımız her konuda zaten arkadaşlarla sürekli etkileşim halindeydik. (T12)*

Benzer şekilde T11 araştırmacıdan hızlı şekilde dönüt alması ve kendini ifade etme fırsatı sunulmasından hoşnut olduğunu şu sözlerle ifade etmiştir:

> *En çok sevdiğim kesinlikle kendimi ifade edebiliyor oluşumdu. Hani yapabildiklerimi yapamadıklarımı burada gösterebiliyor olmak ve bu konuda sizden destek alabiliyor olmak yani mail ime bile 3 dakika içinde cevap veriyordunuz bazen. Şok oldum Nasıl ya diye. Kesinlikle bu şekilde iletişimde olabilmek çok güzel ve diğer arkadaşlarımla da aslında iletişimde olabiliyor olmak çok güzel. Özellikle bu uzaktan eğitim döneminde yani sesimizi duyabilmek bile kesinlikle çok güzel… (T11)*

Bunlara ek olarak T11 en çok değer gördüğünü hissettiği dersin bu ders olduğundan bahsetmiştir. Öte yandan katılımcılardan SM7 uygulama sürecinde yüz yüze sınıf ortamında gibi hissettiğini değinmiş T4 ise daha samimi bir ortam oluştuğunu şu şekilde ifade etmiştir:

…Özellikle dediniz ya soru-cevap/tartışma kısmı diye Orada herkesin katılmasını istediniz, sunum yaptık Orada herkesin katılmasını istediniz. Bir de özellikle ilk başlarda çekincemiz oldu biraz hani size de mail atarken falan ama geri dönüşleriniz hızlı ve olabildiğince açıklayıcı olduğu için sıcak olduğunuz için de bir nokta daha samimi daha iyi bir iletişim kurabildiğimizi düşünüyorum. Hocam yani size istediğimiz zaman ulaşabildik, soru sorabildik. Siz de onlara gayet iyi bir şekilde cevap verdiğiniz için daha sıcak, daha sağlıklı bi iletişim olduğunu düşünüyorum bu şekilde. (T4)

4.2.7. Tinkercad ve somut materyal kullanarak 3D modellemenin uzamsal yeteneğe katkısı

Katılımcıların uzamsal yeteneklerini ölçen teste ve yapılan uygulamanın uzamsal yeteneklerine olan etkisine dair sorulara verdikleri yanıtlar analiz edilmiş ve oluşturulan kodlara *Tinkercad ve Somut Materyal Kullanılarak 3D Modellemenin Uzamsal Yeteneğe Katkısı* teması altında Tablo 4.31'de yer verilmiştir.

Tablo 4.31 incelendiğinde dokuz (%75) katılımcının Tinkercad kullanarak 3D modelleme uygulamaları sonucunda 3D düşünme ve uygulamada hızlandıklarını belirttikleri görülmektedir. Örneğin T9 zamanla Tinkercad programını kullanma ve 3D modellemede hızlanmasına ek olarak yaratıcılık ve estetik açıdan da modellerinde gelişme gösterdiğini şu şekilde ifade etmiştir:

Çoğu modeli ilk başta o döndürme vs. asla becerememiştim. Sürekli tek tek yeniden yapıyordum ama sonrasında onu anladım ve hani şey oldu mesela internette bir görsele bakıyordum ilk başlarda bire bir aynısını yapıyordum ama daha sonra hani şurasını da şöyle düzelteyim ben bunun veya şunu ekleyeyim diye daha yaratıcı ve güzel şeyler geliştirdim. Yani hem daha fazla hızlandım, hem de estetik olarak da yaratıcılık olarak da kendimi geliştirdiğimi düşünüyorum. Bunda üç boyutlu düşünme becerimin gelişmesinin bir etkisi de olduğunu düşünüyorum. (T9)

Tablo 4.31. Tinkercad ve Somut Materyal Kullanarak 3D Modellemenin Uzamsal Yeteneğe Katkısı

Tema	Kodlar	Öğretmen Adayları			
		Tinkercad Grubu		Somut Model grubu	
		F	%	f	%
Tinkercad ve Somut Materyal kullanarak 3D Modellemenin Uzamsal Yeteneğe Katkısı	3D Düşünme ve Uygulamada Hızlanma	9	75,0	12	100
	Uzamsal Yeteneğinin Geliştiğini Fark Etme	5	41,7	6	50,0
	3D Modellemede Hızlanma	5	41,7	1	8,3
	PUGT Testini Daha Kolay ve Hızlı Çözme	9	75,0	7	58,3

	Tinkercad Kullanma Becerisinde Gelişme	6	50,0	0	0
	Etrafına Karşı Farklı Bakış Açısı Geliştirme	2	16,7	1	8,3
	PUGT Testini Çözerken Strateji Değişikliği Yapma	1	8,3	0	0
	Daha 3D Model Yapma	0	0	4	25,0

$N_{Tinkercad}$=12, $N_{Somut\ Model}$=12 ***: Frekansı en yüksek olan kod**

Benzer şekilde Somut Model grubunun tamamı (%100) 3D düşünme ve uygulamada hızlandıklarını, dördü modellerini git gide daha 3D şekilde yaptıklarını vurgulamıştır. Öte yandan katılımcıların tamamı başta çok zorlansa da Tinkercad grubundaki katılımcılardan dokuzu ve Somut Model grubundaki katılımcılardan yedisi Purdue Uzamsal Görselleme Testi' ni (PUGT) ikinci çözüşlerinde hızlandıklarına dikkat çekmiştir. Örneğin T4 ve T3 ikinci çözüşünde daha hızlı ve kendinden emin olduklarını şu şekilde ifade etmişlerdir:

> *İlk başta sadece hani şey böyle kendi iç sesime güvenerek yapmıştım hani bu böyledir şöyledir diye kafamda kuramamıştım ama bu modellemeyi yaptıktan sonra Tinkercad de hani üç boyutlu çalıştık bazı şeylerin daha farkına vardık o yüzden birazcık daha haa bu böyleyse bence bu kesinlikle böyle olmalı diyerek çözdüm. Daha bilinçli ve hızlı çözdüm… Uygulamayı yaparken fark ettirdi gerçekten öncesi ve sonrası diye. (T4)*

> *İlk çözdüğümde hangi açıdan bakmış da böyle olmuş diye kafamı karıştırmıştı yani bayağı uzun sürmüştü çözmem ama sanki ikincisinde daha kısa sürdü. Belki de Tinkercad'e alıştığımız için. Çünkü sonuç olarak hep döndürerek vs hep 3 boyutta çalışıyorduk. O yüzden ikinci çözüşümde bu burada böyleyse zaten belli bu direkt işaretleyip geçmiştim. Kafamda hemen canlandırıp cevabı buluyordum yani. (T3)*

Benzer şekilde T8'de PUGT testini ikinci çözüşünde hızlandığından bahsetmiş ve son testte verdiği cevapların farklılaştığına dikkat çekmiştir.

> *İkinci de daha kolay oldu. Yani kafamda onları hareket ettirmek daha kolay oluyordu. İlkinde hatta kâğıda çizip kessem de öyle mi yapsam diye düşünmüştüm… İlkine göre ikinci de verdiğim cevaplar da bayağı değişmişti… (T8)*

Diğer yandan T6 PUGT testini çözerken önceye göre sonrasında farklılık hissettiğini bunu da testi çözme sırasında uyguladığı stratejideki değişiklikle açıklamıştır.

> *Testi çözerken ilkine göre ikincisinde farklılık hissettim. Çözme süresi daha kısa oldu hatta o zaman şey yapıyordum işte bu kâğıtları tek tek birleştirmeye çalışıyordum. Ama ikincisinde öyle yapmama gerek kalmadı. (T6)*

Katılımcılara gündelik hayata baktıklarında uzamsal yeteneklerinde bir farklılık olup olmadığı sorulduğunda pandemi sürecindeki kapanmadan dolayı emin olamadıklarını

söyleyenler olsa da Tinkercad grubundaki katılımcıların %41,7' si ve Somut Model grubundaki katılımcıların %50'si farklılık hissettiklerini örnekler üzerinden açıklamıştır.

> *Mesela Bizim şuan bir inşaatta olan bir evimiz var. Ev inşaat mevzularında falan hani şu oda da şunu düşün, hayal et falan der babamlar. Ben Asla anlamazdım, hiçbir şekilde düşünemiyordum. Şimdi biraz daha düşünmeye başladım 3 boyutlu şekilde şu nasıl olur bu nasıl olur diye. Kafamda canlandırabiliyorum artık biraz biraz… (T7)*

> *Mesela dün Google haritaları kullandım. Eskiye göre çok daha iyi gidebiliyorum, önceden hiç anlamazdım. Yani uzamsal yeteneğimi geliştirdiğini ben kendim gündelik yaşantımda deneyimleyerek görmüş oldum. (SM6)*

BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde bir önceki bölümde sunulan çalışmanın bulguları değerlendirilerek sonuç çıkarılmış, araştırma problemleri doğrultusunda alan yazınla ilişkilendirilerek tartışılmış ve araştırmacı ve uygulayıcılara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu bölüm alt problemler doğrultusunda üç bölüm altında sunulmuştur. Bunlardan ilkinde Tinkercad ve Somut Model gruplarının uygulama öncesi ve sonrası akademik başarılarındaki değişikliklerden, ikinci olarak Tinkercad ve Somut Model gruplarının uygulama öncesi ve sonrası uzamsal yeteneklerindeki değişikliklerden ve son bölümde de katılımcıların uygulama sürecine ilişkin görüşlerinden sonuçlar çıkartılarak ilgili alanyazın kapsamında tartışılmıştır.

5.1.1. TYS modeli çerçevesinde Tinkercad ve somut materyal kullanarak gerçekleştirilen 3D modellemenin akademik başarıya etkisine ilişkin sonuç ve tartışma

Araştırmanın 'Biyoloji 3 dersinde uygulanan ters yüz sınıf modeli çerçevesinde Tinkercad ve somut materyal kullanılarak gerçekleştirilen 3D modelleme öğretmen adaylarının akademik başarılarını nasıl etkiler?' alt problemine ilişkin bulgulara göre grupların *Genetik Başarı Testi* ön-test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu, uygulama öncesinde grupların bilgi düzeyi bakımından denk olduğunun bir göstergesidir.

Katılımcıların TYS modeli çerçevesinde gerçekleştirilen Tinkercad ile 3D modellemenin yer aldığı uygulama sürecinin öncesi ve sonrasındaki akademik başarıları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Aynı şekilde uygulama sürecinde somut materyal ile 3D modellemenin yapıldığı grubun katılımcılarının ön-test ve son-test puan ortalamaları karşılaştırıldığında aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya çıkmıştır. Katılımcıların akademik başarılarındaki değişimin belirlenmesi amacıyla yapılan analizlerin sonuçları TYS modeli çerçevesinde Tinkercad veya somut materyal kullanımı fark etmeksizin gerçekleştirilen 3D modellemenin öğretmen adaylarının akademik başarılarını artırdığını göstermektedir. Öte yandan grupların ön-test ve son-test puan ortalamaları arasındaki farkın *Cohen d* etki büyüklüğü değeri hesaplandığında bu farkın her

iki grup için de çok yüksek düzeyde olduğu bulunmuştur. Bu bulguya ilişkin olarak her iki grupta da yapılan uygulamanın öğretmen adaylarının biyoloji başarıları üzerine anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna ek olarak hangi modellemenin akademik başarıyı daha fazla artırdığına yönelik yapılan analizler grupların son-test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olmadığını göstermektedir. Bu durumda Tinkercad veya somut materyal kullanarak 3D modellemenin akademik başarı açısından birbirine karşı üstün olmayan uygulamalar oldukları anlaşılmaktadır.

Ulaşılan sonuç konuya ilişkin alan yazında TYS öğrenme modelinin (Schultz ve ark., 2014) ve modellemenin (Rotbain ve ark., 2006) akademik başarıyı arttırdığını desteklemektedir. Benzer şekilde ulaşılan sonuçlar Turan (2021)'ın TYS modeline göre işlenen derslerle öğrenci başarısı arasında anlamlı bir etki büyüklüğü olduğunu ortaya çıkardığı çalışması ile örtüşmektedir. Baepler ve ark. (2014)'nın dikkat çektiği gibi TYS sınıf alanı ve süresi kullanımını daha verimli bir hale getirerek öğretmen adaylarının akademik başarılarının artırılmasını ve öğrenme ortamına olan algılarının iyileşmesini sağlamaktadır. Diğer taraftan NTL (1960) tarafından ortaya konan öğrenme piramidine göre öğrenenin uygulama yaparak %75 kalıcı öğrendiği; Dale (1969)'in ortaya koyduğu yaşantı konisine göre ise öğrenenin birden fazla duyusuna hitap etmesi sebebiyle modellerin %90 oranında kalıcı öğrenmeyi sağladığı kabul edilmektedir. 3D modellemenin kullanıldığı uygulama sürecinin bir diğer özelliği katılımcıların soyut olan konuyu zihinsel ve fiziksel olarak canlandırması (Schwarz ve Gwekwerere, 2000), daha iyi anlaması (Rayan ve Rayan, 2017) ve bunun sonucunda akademik başarılarını artırmasıdır. Çalışmanın sonuçları da öğretmen adaylarının uygulama süreci boyunca öğrendiklerini birinci elden deneyimleyerek ve kalıcı olabilecek şekilde (Mutlu ve Aydın, 2018) öğrendiklerini göstermektedir. Çalışmada bulunan iki deney grubu uygulama süreci bakımından yalnızca yaptıkları modelleme çeşidi ile birbirlerinden ayrılmıştır. Uygulama sürecindeki bu farklılığa rağmen her iki grupta da katılımcıların akademik başarıları artmıştır. Benzer şekilde alanyazında bilgisayar programı veya somut materyal kullanımı farketmeksizin gerçekleştirilen 3D modellemenin akademik başarıyı arttığını gösteren az sayıda da olsa çalışma mevcuttur (Olkun, 2003). Diğer taraftan Justi ve van Driel (2005) öğrencilere yapılışı ve malzemeleri önden belli olan deneyler yerine onların daha fazla düşünmelerini sağlayacak model yapmalarına fırsat tanınmasının öğrencilerin akademik başarılarının daha fazla artırmasına katkı sağladığından bahsetmiştir. Bu noktada katılımcıların akademik başarılarındaki artış uygulamanın etkililiğini ortaya koymaktadır.

5.1.2. TYS modeli çerçevesinde Tinkercad ve somut materyal kullanarak gerçekleştirilen 3D modellemenin uzamsal yeteneğe etkisine ilişkin sonuç ve tartışma

Araştırmanın 'Biyoloji 3 dersinde uygulanan ters yüz sınıf modeli çerçevesinde tinkercad ve somut materyal kullanılarak gerçekleştirilen 3D modelleme öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini nasıl etkiler?' alt problemini kapsamlı bir şekilde irdeleyebilmek için analizler iki basamakta gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada; katılımcılara uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan *'Purdue Uzamsal Görselleme Testinden'* elde edilen sonuçlar bağımlı gruplar *t*-testi, bağımsız gruplar *t*-testi ve kovaryans (ANCOVA) analizi ile karşılaştırılmış, etki büyüklüğü hesaplanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Analizlerin ikinci aşamasında ise *'Purdue Uzamsal Görselleme Testinin'* alt boyutlarından (*Açılımlar, Döndürme, Görünümler*) elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Araştırmanın ilgili alt problemine ilişkin bulgulara göre grupların uygulama öncesindeki uzamsal yeteneklerinin eşit olmadığı grupların uzamsal yetenek ön-test puan ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunması sonucunda anlaşılmaktadır. Diğer yandan yapılan uygulamaların uzamsal yetenek üzerindeki etkilerini ayrı ayrı incelemek amacıyla katılımcıların ön-test ve son-test puan ortalamaları karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler Tinkercad grubunun ön-test ve son-test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olduğunu ve bu farkın çok yüksek düzeyde olduğunu göstermiştir. Bu durum, biyoloji dersinde Tinkercad 3D modelleme programı kullanarak 3D modelleme yapmanın uzamsal yetenek üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Aynı karşılaştırma Somut Model grubu için de yapılmış ve benzer şekilde katılımcıların ön-test son-test puan ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Öte yandan farkın büyüklüğü hesaplanmış ve yüksek düzeyde olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu sonuçlar biyoloji dersinde somut materyal kullanarak 3D modelleme yapmanın uzamsal yetenek üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Grupların ön-test sonuçları arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık söz konusu olduğundan dolayı katılımcıların Tinkercad ve somut materyal ile 3D modellemenin kullanıldığı uygulama süreci sonundaki uzamsal yeteneklerinin karşılaştırılması amacıyla ön-testlerin kontrol altına alındığı ANCOVA (Kovaryans Analizi) analizi gerçekleştirilmiş ve karşılaştırmalar ön-teste göre düzeltilmiş son-test puan ortalamaları üzerinden yapılmıştır. Hangi modellemenin uzamsal yeteneği daha fazla artırdığına yönelik yapılan

analizler grupların düzeltilmiş son-test puan ortalamaları arasındaki farkın Tinkercad grubu lehine anlamlı olduğunu göstermektedir. Diğer yandan uygulamaların son-test puan ortalamaları üzerine olan etkisinin orta büyüklükte olduğu bulunmuştur. Analiz ile kontrol altına alınan ön-test puan ortalamasının da son-test puan ortalamasında anlamlı bir etkisi olduğu ve bu etkinin büyük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan hareketle Tinkercad 3D modelleme programı kullanarak 3D modelleme yapan öğretmen adaylarının, somut materyal kullanarak 3D modelleme yapan öğretmen adaylarına göre uzamsal yeteneğinin anlamlı düzeyde daha çok arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Diğer taraftan *Purdue Uzamsal Görselleme Testi* alt boyutları açısından analiz edildiğinde grupların uygulama öncesinde *Açılımlar* alt boyutu yönünden aynı düzeyde oldukları; *Döndürme* ve *Görünümler* alt boyutları bakımından ise eşit olmadıkları sonucuna yapılan bağımsız örneklem *t*-testi sonucuna bakılarak ulaşılmıştır.

Yapılan uygulamaların uzamsal yeteneğin alt bileşenleri üzerindeki etkilerinin ayrı ayrı incelenmesi amacıyla katılımcıların ön-test ve son-test puan ortalamaları karşılaştırılmıştır. Yapılan bağımlı gruplar *t*-testi sonuçlarına göre *Açılımlar* ve *Görünümler* alt boyutlarında her iki grup için de ön-test ve son-test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur. Bu durum yapılan her iki uygulamanın da uzamsal yeteneğin *Açılımlar* ve *Görünümler* alt boyutlarında gelişmeyi sağladığını göstermektedir. Bunlara ek olarak test sonuçlarına göre hesaplanan Cohen *d* etki büyüklüğü değeri incelendiğinde aradaki farkın *Açılımlar* alt boyutunda Tinkercad ve Somut Model grubu için sırasıyla çok yüksek ve düşük düzeyde; *Görünümler* alt boyutunda Tinkercad ve Somut Model grubunun her ikisi için de orta düzeyde olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar Tinkercad veya somut materyal kullanımı fark etmeksizin 3D modelleme yapmanın *Purdue Uzamsal Görselleme Testinin* açılımlar ve görünümler alt boyutları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir. *Purdue Uzamsal Görselleme Testinin Döndürme* alt boyutuna ait analiz sonuçları ise Tinkercad ile 3D modellemenin uzamsal yeteneğin döndürme alt boyutunda gelişmeyi sağladığını gösterse de somut materyal ile 3D modellemenin PUGT'nin döndürme bileşeninin gelişimine anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir.

Hangi modellemenin Purdue Uzamsal Görselleme Testinin alt boyutlarını daha fazla artırdığına yönelik karşılaştırma ANCOVA ve *t*-testi analizleri aracılığıyla yapılmıştır. *Açılımlar* alt boyutuna dair yapılan *t*-testi analizi sonuçları grupların son-test puan ortalamaları arasında Tinkercad grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.

Analiz sonucu hesaplanan etki büyüklüğü değeri incelendiğinde bu farkın orta düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Bundan hareketle Tinkercad programı kullanarak 3D modelleme yapmanın, somut materyal kullanarak 3D model yapmaya göre uzamsal yeteneğin açılımlar bileşenini anlamlı düzeyde daha çok etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, *Döndürme* alt boyutuna dair yapılan ANCOVA analizi sonuçları grupların düzeltilmiş son-test puan ortalamaları arasında Tinkercad grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Analiz sonucu hesaplanan etki büyüklüğü değeri incelendiğinde bu farkın orta düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, Tinkercad 3D modelleme programı kullanarak 3D modelleme yapan öğretmen adaylarının, somut materyal kullanarak 3D modelleme yapan öğretmen adaylarına göre PUGT'nin *Döndürme* alt boyutunu anlamlı düzeyde daha çok arttığını göstermektedir. Diğer boyutların aksine *Görünümler* alt boyutuna dair ANCOVA analizi sonuçları grupların düzeltilmiş son-test puan ortalamaları arasında Tinkercad grubu lehine bir fark olsa da bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir.

Ulaşılan sonuç konuya ilişkin alan yazında uzamsal yeteneğin 3D modelleme uygulamalarıyla geliştirilebileceğini (Benzer, 2018; Şişman ve ark., 2020) desteklemektedir. Konuya ilişkin önceki çalışmalardan Waller ve ark. (1998)'ın insanların sanal ortam uygulamaları aracılığıyla edindiği uzamsal bilgiyi gerçek hayata transfer edilebilirliğini inceledikleri çalışmalarının bir sonucu sanal ortamların uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik etkili bir öğrenme ortamı olma potansiyeli taşıdığıdır. Bu çalışmada uygulama sonunda uygulama öncesine göre Tinkercad grubunun uzamsal yetenek son-test puanlarındaki anlamlı artış Waller ve arkadaşlarının sonucunu destekler niteliktedir. Benzer şekilde Sorby ve Baartmans (2000)'ın uzamsal görselleştirme becerisi zayıf olan mühendislik öğrencileri ile bilgisayar destekli uygulamalar yaptıkları çalışmalarının sonucunda her yıl öğrencilerin testlerden aldıkları puanların istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bilgisayar destekli 3D modellemenin yapıldığı çalışmalarda Google SketchUp gibi yazılımların kullanıldığı ve çalışmaların sonucunda kullanılan yazılımların uzamsal yeteneği ve konu öğrenimini artırdığına yönelik (Šafhalter ve ark., 2020; Uygan ve Kurtuluş, 2016) sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada diğerlerinden farklı olarak Tinkercad 3D modelleme programı kullanılmış ve diğer çalışmalarla benzer şekilde Tinkercad'in de uzamsal yeteneğin gelişiminde kullanılabilecek etkili bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yalnızca bilgisayar destekli uygulamalar değil somut materyal kullanarak 3D modellemenin de bu çalışma da olduğu gibi uzamsal yeteneği artırdığına

yönelik çalışmalar mevcuttur. Örneğin Olkun (2003)'un çalışmasının sonuçları somut materyal veya bilgisayar uygulaması fark etmeksizin yapılan uygulamaların uzamsal görselleştirme becerisini arttığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Baki ve ark. (2011)'nın çalışmalarının sonuçları da dinamik geometri yazılımı veya somut materyal kullanımı fark etmeksizin yapılan 3D modellemenin uzamsal yeteneğin gelişmesinde etkili olduğunu göstermiştir. Diğer yandan hangi modellemenin uzamsal yeteneği daha fazla artırdığına yönelik yapılan çalışmaların sonuçları bu çalışmada olduğu gibi bilgisayar destekli uygulamaları işaret etmektedir. Buna bir örnek Waller ve ark. (1998)'nın çalışmasıdır. Waller ve ark. (1998)'nın çalışmalarının bir diğer sonucu sanal ortamda yeterli vakit geçirildiği takdirde sanal ortam eğitiminin gerçek dünya eğitimine karşı üstün geldiğini göstermektedir. Waller ve arkadaşlarının çalışmasında yer alan sanal ortam uygulamaları bu çalışmanın Tinkercad programı kullanılarak 3D modelleme yapılmasıyla; gerçek dünya eğitimi ise somut materyal kullanılarak 3D modelleme yapılması ile ilişkilendirilebilir. Yukarıda bahsi geçen sonuç Tinkercad grubu ile Somut Model grubunun son test puanları arasında Tinkercad grubu lehine anlamlı fark olması sebebiyle birbiri ile örtüşmektedir. Benzer şekilde Baki ve ark. (2011) ve Olkun (2003)'ün çalışmalarının sonuçları da bilgisayar destekli modellemenin somut modellemeye karşı uzamsal yeteneği daha fazla geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

İlgili test alt boyutları açısından incelendiğinde katılımcıların grup bazında ön-test ve son-test sonuçları Tinkercad grubunun tüm alt boyutların (*Açılımlar, Döndürme, Görünümler*) puanlarında anlamlı artış gösterdiği; Somut Model grubunun ise *Açılımlar* ve *Görünümler* alt boyutlarındaki puanlarının anlamlı artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar ile Uygan ve Kurtuluş (2016)'un sonuçları bilgisayar destekli grupta *Uzamsal Görselleme Testi'nin* tüm alt boyutlarındaki puanlarda anlamlı artış göstermesi; Somut Model grubunda ise *Açılımlar* alt boyutunda anlamlı artış göstermesi yönüyle birbirini desteklerken *Görünümler* alt boyutu puanları açısından birbirinden farklılaşmaktadır. Bu farklılığın iki çalışmada kullanılan bilgisayar programları, uygulanan konu ve uygulama süreci farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde somut materyal kullanarak 3D modellemenin ilgili testin *Açılımlar* alt boyutu puanlarını anlamlı düzeyde geliştirdiği Bayrak (2008)'ın çalışmasında da ortaya konmuştur. Diğer yandan ilgili test alt boyutları bakımından grupların son-test sonuçları arasında *Açılımlar* ve *Döndürme* alt boyut puanları arasında Tinkercad grubu lehine anlamlı fark görülürken *Görünümler* alt boyutunda aradaki farkın Tinkercad lehine olsa da anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar ile

Uygan ve Kurtuluş (2016)'un yalnızca *Görünümler* alt boyutunda bilgisayar destekli grup lehine farkın anlamlı olması sonucu tamamen farklılık göstermektedir. Bu farklılığın da yukarıda bahsedildiği gibi çalışmalarda kullanılan programlardan, uygulanan konudan ve uygulama sürecinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bunlara ek olarak Hegarty ve arkadaşlarının (2009) çalışması uzamsal yeteneğin restoratif diş hekimliği becerini artırdığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Wanzel ve arkadaşlarının (2003) çalışmasının sonucu el hareketinin etkinliği ile uzamsal yetenek ölçümlerinin güçlü korelasyon gösterdiği, etkili el hareketlerinin daha kaliteli bir cerrahi işlem sağladığını göstermektedir. Ayrıca uzamsal olarak karmaşık bir işlemde performans ve ürün kalitesi ile yüksek görsel-uzamsal yeteneğin ilişkili olduğu da araştırmanın bir başka sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışma da katılımcıların el becerilerinin geliştiği, 3D düşünme ve modellemede hızlandıkları, daha estetik ve 3D modeller ortaya koyduklarını belirtmeleri yönüyle yukarıda bahsi geçen çalışmaları desteklemektedir.

Diğer yandan Hegarty ve arkadaşlarının (2010) bulguları STEM disiplinlerindeki başarının uzamsal becerileri gerektirdiğini göstermektedir. Öte yandan teknoloji destekli ders işlenmesinin öğrencilerin uzamsal yeteneğini geliştirmelerinin yanında akademik başarılarını da anlamlı düzeyde geliştirmelerini sağladığı (Turğut, 2011) kimi çalışmalar tarafından ortaya konmuştur. Bu çalışmada da Tinkercad grubundaki katılımcıların akademik başarılarındaki anlamlı artış bu sonucu desteklemektedir. Diğer taraftan Wai ve arkadaşları (2009), iş dünyasında uzamsal yeteneğin önemini inceledikleri çalışmalarının sonucunda yetenek testlerinde uzamsal yetenekleri yüksek çıksa da matematiksel ve sözel yetenekte o kadar başarı göstermeyen kişilerin gözden kaçırıldığı fakat onların STEM alanları için kullanılmayan bir yetenek havuzu oluşturdukları ve eğitim fırsatlarının ona göre yapılandırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada katılımcıların uzamsal yetenek ve başarılarındaki anlamlı artış uygulama sürecinin etkililiğini ortaya koymakla birlikte Wai ve arkadaşlarının (2009) belirttiği şekilde bir eğitimin uygulandığının bir kanıtıdır.

5.1.3. Katılımcıların uygulama sürecine yönelik görüşlerine ilişkin sonuç ve tartışma

Araştırmanın 'Öğretmen adayları sürece dair deneyimlerini nasıl değerlendirmişlerdir?' alt problemini kapsamlı bir şekilde cevaplandırabilmek için yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda elde edilen veriler kodlanmış, kodlanan veriler birbirleriyle benzerlik ve farklılıklarına göre kategorize edilmiş ve 7 tema altında toplanmıştır. Ayrıntılı bir şekilde

sunulan bulgulara göre katılımcıların neredeyse tamamının uygulama sürecinde kalıcı öğrenmelerinin gerçekleştiği, konuları somutlaştırdıkları, eksik bilgilerini tespit ederek giderdikleri yönünde ifadeler kullandıkları görülmektedir. Diğer yandan öne çıkan sonuçlardan biri katılımcıların tamamının TYS öğrenme modelinin onların öğretmenleri ve arkadaşları ile olan iletişimlerini artırmasıdır. Öte yandan Katılımcıların çoğu çalışmaya tekrar katılma şansları olsa Tinkercad grubunda olmak istediklerini belirtmiştir. Benzer şekilde katılımcıların çoğunluğunun Tinkercad ve somut materyal kullanarak 3D modelleme yapmanın onların 3D düşünme ve uygulamada hızlanmalarını sağladığını belirtmeleri çalışmanın öne çıkan sonuçlarından bir diğeridir.

Yarı yapılandırılmış görüşmeler sırasında katılımcılara sınıf-dışı süreç ve etkinliklere yönelik sorulan sorulara verilen yanıtlar neticesinde paylaşılan içeriklerin zengin ve konu öğrenimi için yeterli olduğu; içeriklerin çeşitli olması yönüyle konuyu pekiştirdikleri, katılımcıların içerikleri tamamlama sırasında eksik bilgilerini tespit ettikleri ve giderdikleri sonuçlarına ulaşılmıştır. Berrett (2012)' e göre öğretmenlerin, öğrencilerin varsa eksik öğrenmeleri veya kavram yanılgıları anında tespit etmesi ve düzeltme imkânı bulması TYS modelinin en önemli avantajlarından biridir. Nitekim Brown (2016)'a göre geleneksel öğrenmenin sınıf-dışı kısmı olan ev ödevleri ile öğrencilerin kavram yanılgılarının tespit edilebildiği fakat ödevlerin gelecek derste kontrol edilmesinden dolayı öğrencilerin sahip olduğu yanılgılarını ortadan kaldırmaya yönelik yeterli vaktin kalmamasına, bunun sonucunda da geri bildirim mekanizmasında aksaklık olmasına sebep olmaktadır. TYS'de bu gibi durumların önüne geçilmektedir. Yukarıda bahsi geçen sonuçlardan biri olan konunun pekiştirilmesi öğrenenin belleğine tek seferde giren bilgi miktarını azaltarak bilişsel yükte azalmayı (Abeysekera ve Dawson, 2015) ve dolayısıyla konu öğrenimini kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Diğer yandan katılımcıların neredeyse tamamı kalıcı öğrendiklerini belirtmişlerdir. Bunun katılımcıların sınıf-dışı süreçte uygulanan quizlerde bilmedikleri bilgileri fark ederek kafalarında oluşan soru işaretlerini giderebilmek üzere araştırma yapmaları sonucunda gerçekleştirdikleri düşünülmektedir. Benzer şekilde çalışmanın sonuçları uygulamanın sınıf-dışı süreci ve etkinliklerinin katılımcıların çoğunu araştırmaya sevk ettiğini göstermektedir. Çalışmanın sınıf-dışı süreç ve etkinlikleri üzerine bir diğer sonucu katılımcılara bu sürecin paylaşılan içeriklerini istedikleri kadar tekrar etme, istedikleri hızda ilerlemelerine fırsat tanımasıdır. Bu durum öğrenene öğrenme hızında esneklik sağlandığının bir göstergesidir. İlgili alanyazın incelendiğinde bu sonuç yapılan diğer çalışmalarla (Horn, 2013) örtüşmektedir.

Çalışmanın sonuçları öğretmen adaylarının sınıf-içi süreç boyunca öğrendiklerini birinci elden deneyimleyerek ve kalıcı şekilde öğrendiklerini göstermektedir. Sınıf-dışı sürece benzer olarak uygulamaların çeşitliliği açısından katılımcıların konuyu pekiştirdikleri ve buna paralel olarak katılımcıların her bir farklı etkinlikte kendilerini buldukları bir başka deyişle sınıf-içi süreçte farklı öğrenme stillerine hitap edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum öğrenene öğrenme şeklinde esneklik sağlandığının bir göstergesidir. İlgili alan yazın incelendiğinde bu sonuç yapılan diğer çalışmalarla (Staker ve Horn, 2012) desteklenmektedir. Diğer yandan katılımcıların sınıf-içi sürecin başında gelen tartışma ile kavram yanılgılarını düzelttikleri, hemen ardından gelen 3D modelleme uygulamaları ile soyut olan moleküler genetik konularını somutlaştırmaları sonucunda konuyu daha rahat kavradıkları ve kalıcı öğrendikleri düşünülmektedir. Çalışmanın sonuçları katılımcıların neredeyse tamamının konuları somutlaştırdıkları, eksik veya yanlış bilgilerini tespit ederek giderdiklerini göstermektedir. Nitekim Harrison'a (2001) göre modeller görünmeyeni görünür, anlaşılmayanı anlaşılır hale getiren materyallerdir. Katılımcıların konu üzerinde eksik bilgilerinin varlığı söz konusu olduğunda 3D modellerinde sorun çıkması muhtemeldir. Çünkü modelde bulunan her bir parçanın belli bir işlevi olmalıdır. Kişi yaptığı model üzerinde bulunan her bir parçayı anlamlandırmalı ve diğerleriyle bir bütün oluşturmalıdır. Bu durumda gerektiğinde eksik bilgilerini tespit etmeleri ve gidermeleri kaçınılmazdır. Diğer taraftan bu çalışmada olduğu gibi öğrencilerin modelleri kendilerinin yapmaları onların farklı duyularını kullanmalarını sağlayarak öğrencinin beyninin birden fazla bölgesinin uyarılmasına sebep olur. Bu durum öğrencinin yaparak yaşayarak öğrenmesinin (Haury, 1989) yanında kendi ürünü olan modelle bağ kurmasını ve üzerinden uzun zaman geçse de o konuyu yaptığı model üzerinden hatırlamasını sağlar. Katılımcıların kalıcı öğrenmelerindeki bir diğer etkenin dersi ders olarak görmemeleri, derse severek katılım göstermeleri olduğu düşünülmektedir. Nitekim çalışmanın bulgularında katılıcıların büyük çoğunluğunun modelleme etkinlikleri ile eğlenerek öğrendikleri, derse karşı olumlu tutum geliştirdikleri yönlerinde ifadeleri yer almakla birlikte yapılan uygulamanın onları ezberden uzaklaştırdığına dikkat çeken katılımcılar bulunmaktadır. Öte yandan katılımcıların çoğu 3D modellemenin onların uzamsal yeteneklerini geliştirdiğini belirtmiştir. Bunu destekleyen çalışmalar (Šafhalter ve ark., 2020) bulunmakla birlikte uzamsal yeteneğin özellikle STEM alanlarında başarıyla ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar (Wai ve ark., 2009) da mevcuttur. Harle ve Towns (2010), kimyanın, öğrencilerin ustalaşması gereken bir uzamsal dili olduğunu vurgulamışlardır. Yalnızca kimya değil, fizik ve biyoloji için de aynı durum söz konusudur. Çalışmanın sınıf-içi süreç ve 3D

modellemenin avantajlarına yönelik bir diğer sonucu Tinkercad grubu için katılımcıların Tinkercad programını kullanmayı öğrenmesi; Somut Model grubu için ise modelleme sürecinde katılımcıların el becerilerinin gelişmesi ve her şeye materyal gözüyle bakabilmeleridir. Katılımcıların etraflarındaki her şeye materyal gözüyle bakabilmesiyle somut materyal ile 3D modellemenin onlara aynı zamanda geri dönüşüm bilinci de kazandırdığı çalışmanın başka bir sonucudur.

Görüşmeler sırasında katılımcıların sınıf-içi süreç ve 3D modellemenin dezavantajlarına yönelik sorulan sorulara verdikleri yanıtlar neticesinde Tinkercad grubu katılımcılarının yarısına göre sürecin herhangi bir dezavantajının bulunmadığı; Somut Model gurubunun çoğunluğuna göre sürecin fazla vakit aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Somut Model grubundaki katılımcıların çoğunun malzeme temini konusunda sıkıntılar yaşadığı tespit edilmiştir. Bu durumun COVID-19 pandemisi sürecinde sokağa çıkma kısıtlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gerçekten de görüşmeler sırasında katılımcılar pandemi sürecinde olunmasaydı çok daha güzel modeller yapabileceklerine dair ifadeler kullanmışlardır. Çalışmanın sınıf-içi süreci ve 3D modellemenin dezavantajları üzerine bir diğer sonucu özellikle Somut Model grubundaki katılımcılar için evdeki müsaitlik durumundan kaynaklı yaşananlardır. Bunun sebebinin pandemi sürecinde tüm aile bireylerinin bir arada olması ve uygulamalar için uygun ortamın sağlanmasında yaşanan güçlüklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmanın sonuçları katılımcıların çoğunun TYS modelini en çok iletişim artışı yönüyle sevdiklerini göstermektedir. Bu durumun onların daha fazla değer gördüklerini hissetmelerinden ötürü öne çıktığı düşünülmektedir. Diğer yandan katılımcıların neredeyse yarısı TYS modelinde en çok Tinkercad veya somut materyal kullanarak 3D modelleme yapmaktan hoşlandıkları yönünde ifadeler kullanmışlardır. Çalışmanın dikkat çeken bir sonucu katılımcılardan gelen yanıtlara göre artan öğrenme sorumluluğunun TYS modelinin hem sevilen hem de sevilmeyen yanı olarak belirtilmesidir. Çift yönde verilen bu yanıt uygulama sürecinin fazla vakit alması ve diğer derslerin de etkisiyle katılımcılara yetiştirme kaygısı yaratabilmesi yönüyle sevilmeyen yanını; katılımcları öğrenme konusunda disiplin etmesi, sistemli çalışmaya sevk etmesi ve sınavlara önden hazır olmalarını sağlamasıyla birlikte kazandıkları özgüven yönüyle de katılımcıların TYS modelinin sevdikleri yanı sorulduğunda artan öğrenme sorumluluğu cevabını verdikleri düşünülmektedir. Çalışmanın TYS modelinin sevilmeyen yanlarına yönelik elde edilen bir diğer sonucu katılımcıların yarısının modelin sevmedikleri herhangi bir yanının olmayışıdır.

Çalışmanın TYS modelinin iletişime olan etkisi üzerine sonuçları katılımcıların tamamının hem arkadaşları hem de öğretmenleri (araştırmacı) ile iletişimlerinde artış olduğunu göstermektedir. Katılımcıların görüşme sırasındaki ifadeleri tüm uygulama süreci boyunca araştırmacının kendileriyle sürekli iletişimde olduğu, katılımcılara hızlı ve sürekli geri bildirimlerde bulunduğu yönünde olmuştur. Öte yandan bazı katılımcılar bu durumun onların daha fazla değer gördüğünü hissetmelerini sağladığını vurgulamıştır. Goodwin ve Miller (2013)'de TYS modelinde öğretmenin öğrencilerle daha fazla ilgilenme, iletişim kurma imkânı bulduğunu; öğrencilere yalnızca bilişsel açıdan değil duyuşsal açıdan da destek olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde katılımcılar sınıf-içi süreçte samimi bir ortam yaratıldığını, pandemi sürecinde özledikleri sınıf atmosferinin yakalandığına dikkat çekmiştir. Bu durum onların derse olan ilgi ve motivasyonlarını da arttırmıştır. Çalışmanın bir diğer sonucu katılımcılardan bazılarının bu süreçte iletişim becerilerinin gelişmesidir. Schultz ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan çalışmaya katılan bir öğrenci çevrimiçi platformda izlediği videoyu, anlamadığında tekrar ve tekrar başa sardığını ve bunun da yüz yüze eğitimin aksine onu utandırmadığını belirtmiştir. Benzer şekilde katılımcılarla görüşmeler sonucunda bu süreçte ders sırasında soru sormaktan, sunum yapmaktan çekinen öğrencilerin utanma sorunun önüne geçildiği ve dersten daha fazla verim almasıyla birlikte öğrencinin özgüven kazandığı ortaya çıkmıştır.

Çalışmanın 3D modellemenin uzamsal yeteneğe katkısına ilişkin sonuçları katılımcıların neredeyse tamamının 3D düşünme ve uygulamada hızlandıklarını göstermektedir. Benzer şekilde katılımcıların büyük çoğunluğunun PUGT testini daha hızlı ve kolay çözdükleri yönünde ifadeleri bulunmaktadır. Diğer yandan bu sonuçlar alan yazında bulunan ve uzamsal yeteneği gerek aynı test gerekse farklı testle ölçen çalışmaların (Baki ve ark., 2012) sonuçlarıyla birbirini desteklemektedir. Çalışmanın 3D modellemenin uzamsal yeteneğe katkısına yönelik bir diğer sonucu katılımcıların yarısının uzamsal yeteneklerinin geliştiğini fark etmeleridir. Bu sonuca gerek yukarıda bahsi geçen konularda gerekse katılımcıların gündelik hayatlarından navigasyonla yer bulma gibi konularda geliştiklerini gözlemlemelerinden hareketle ulaşılmıştır. Öte yandan yarı yapılandırılmış görüşmeler sırasında katılımcılara bu çalışmaya tekrar katılma şansları olsa hangi grupta olmayı isteyecekleri sorusu yöneltildiğinde katılımcıların çoğu Tinkercad grubunda olmayı tercih edeceklerini belirtmişlerdir. Bunun sebebinin görüşmeler sırasında katılımcıların vermiş oldukları yanıtlar doğrultusunda pandemi sürecinde somut materyal temin etmesinin güç olmasına karşın Tinkercad için yalnızca bilgisayar ve internetin yeterli olması, Tinkercad'in

uzaktan aynı model üzerinde grupça çalışmaya müsait olması, modellerin Tinkercad'de katılımcıların hayallerindekine daha yakın ve profesyonel durması, Tinkercad'in somut materyalle 3D modellemeye karşın daha fazla üç boyutta çalışma hissi vermesi ve değişik bir uygulama öğrenmenin vermiş olduğu hissin etkili olduğu düşünülmektedir. Bunlara ek olarak Tinkercad grubunun katılıcılarının Tinkercad kullanma becerilerinin geliştiği çalışmanın bir diğer sonucudur. Tinkercad X, Y ve Z düzlemlerinde modelleme yapılan bir programdır. Dolayısıyla katılımcıların 3D düşünme ve uygulamayı içeren uzamsal yeteneklerinin gelişmesi onların Tinkercad programı kullanım becerilerini, PUGT testini öncekine kıyasla daha kolay çözmelerini sağlamış olması muhtemeldir. Aslında tüm bunlar yapılan uygulamanın etkililiğinin bir kanıtıdır.

5.2. Öneriler

Önceki bölümlerde araştırmanın amacına uygun olarak toplanan veriler sırasıyla analiz edilmiş, yorumlanmış ve elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Bu bölümde önceki bölümlerden hareketle önerilerde bulunulmuştur.

Alan yazın incelendiğinde Google SketchUp, Cabri gibi yazılımların özellikle matematik eğitiminde kullanıldığı ve onların uzamsal yetenek üzerine etkisinin incelendiği çalışmalar bulunurken Tinkercad programı kullanılan çalışmaya oldukça az sayıda ve yeni çıkan çalışmalarda rastlanmaktadır. Çalışmanın sonuçlarından hareketle bu çalışmada kullanılan Tinkercad programının fen bilgisi öğretmen adaylarının hem uzamsal yeteneklerini hem de akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği göz önüne alındığında, Tinkercad programının moleküler genetik konularının öğretiminde öğretim üyeleri tarafından kullanılabilecek alternatif bir ölçme aracı olabileceği düşünülmektedir. Yalnızca moleküler genetik konularında da değil konu öğrenimi özellikle uzamsal yeteneği gerektiren derslerde Tinkercad programı veya somut materyaller kullanılarak 3D modelleme etkinlikleri yapılabilir. Öte yandan üniversite seviyesinde farklı disiplinlerde veya farklı öğrenim seviyelerinde benzer şekilde uygulamalar yapılabilir. Bu sebeple gerek öğretmen adaylarına lisans dersi kapsamında gerekse öğretmenlere hizmetiçi eğitimi kapsamında 3D modelleme eğitimleri verilebilir.

Bu çalışma kapsamında yukarıda da belirtildiği gibi uzamsal yetenek ve akademik başarı değişkenleri incelenmiştir. Gelecek araştırmalarda benzer uygulamalarla bu değişkenler dışında katılımcıların yaptıkları modellerin yaratıcılıkları estetik, teknik vb. yönlerden

değerlendirilebilir. Nitekim katılımcılarla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda katılımcıların yaratıcılıklarının geliştiği yönünde ifadeleri bulunmaktadır. Bunlara ek olarak bu çalışmada Tinkercad ve somut materyal ile 3D modelleme uygulamaları ayrı ayrı ele alınmış ve karşılaştırması yapılmıştır. Gelecek araştırmalarda bu iki modellemenin birlikte nasıl daha etkili kullanılabileceği yönünde çalışmalar yapılabilir.

Görüşmeler sırasında Somut Model grubundan katılımcıların bazıları zamanla etraflarındaki her şeye materyal gözüyle baktıkları ve bunun onlara geri dönüşüm bilinci kazandırdığını belirtmiştir. Bu noktada bu tarz bir uygulamada katılımcılara çevrelerinde asla bunu kullanamam dedikleri materyallerden bile model çıkarabilecekleri hatırlatılabilir ve örnek bir uygulama gösterilebilir.

Öte yandan öğretmenlerin uzamsal yetenekleri, öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini geliştirici uygulamalar yaptırabilmeleri konusunda öngörü sağlayabilir. Öğretmenlerin uzamsal yeteneklerindeki çeşitliliğin öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişimi üzerinde bir etkisi olup olmadığı konusunda araştırma yapılabilir.

Bu çalışmanın uygulama süreci TYS öğrenme modeli çerçevesinde planlanmıştır. TYS sınıf-dışı öğrenme süreci Edmodo elektronik ortamında gerçekleştirilmiştir. Gelecek çalışmalarda bu süreç için Google Classroom, Moodle gibi farklı elektronik ortamlar tercih edilebilir. Benzer şekilde katılımcıların sınıf-içi sürece hazır gelmeleri ve kavram yanılgılarının önden tespit edilebilmesi amacıyla kullanılan quizler Google Forms aracılığıyla hazırlanıp değerlendirilmiştir. Araştırmacılar aynı amaçla Quizizz gibi sitelerden faydalanabilirler. Diğer taraftan TYS öğrenme modelinin sınıf-içi sürecinde aktif öğrenme etkinlikleri tartışma, 3D modelleme etkinlikleri ve bunların raporlaştırılıp sunulması şeklinde organize edilmiştir. Bunlar yerine konuya uygun olarak problem senaryoları, problem çözme etkinlikleri vb. etkinlikler kullanılabilir.

Öte yandan çalışmanın katılımcılarını fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. TYS modeli çerçevesinde uygulamalar diğer dersler ve farklı öğrenim seviyelerinde de gerçekleştirilebilir. Zira TYS modelinin uygulaması yaygınlaşsa da yapılacak olan yeni çalışmalarla öğrenme modelinin etkililiği üzerine daha ayrıntılı sonuçlara ulaşılabilir. Buna ek olarak TYS öğrenme modelini kapsayan harmanlanmış öğrenmenin diğer çeşitlerinin de uygulamasına yönelik çalışmalar yapılarak etkileri incelenebilir.

Tüm uygulama sürecinde veri toplama araçları GBT, PUGT ön-test son-testleri ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcılara yöneltilen sorularla sınırlıdır. Uygulama sürecinin etkililiğinin daha derinlemesine incelenmesine yönelik yukarıda bahsedilen veri toplama araçlarına ek olarak gözlem, anket, modelleri değerlendirme formu gibi nitel veri toplama yöntemlerinden faydalanılabilir. Ayrıca bu çalışmada uzamsal yeteneğin değerlendirilmesi adına PUGT testinden faydalanılmıştır. Araştırmacılar benzer çalışmalarda uzamsal yetenek ölçümü adına farklı testleri kullanarak katılımcıların uzamsal yeteneklerini ölçebilir ve değerlendirebilirler.

Kaynakça

Abeysekera, L., ve Dawson, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. *Higher education research & development, 34*(1), 1-14.

ACATECH, (2013), *Acatech: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0*, Final Report of the Industry 4.0 Working Group, http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf

Akilli, M., ve Seven, S. (2014). 3D bilgisayar modellerinin akademik başarıya ve uzamsal canlandırmaya etkisi: atom modelleri. *Turkish Journal of Education, 3*(1), 11-23.

Akkuzu, N., ve Akçay, H. (2011). The design of a learning environment based on the theory of multiple intelligence and the study its effectiveness on the achievements, attitudes and retention of students. *Procedia Computer Science, 3*, 1003-1008.

Aksoy, İ. (2020). *Ortaokul fen öğretiminde ters yüz sınıf uygulamaları*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.

Allen, B. S. (1991). Virtualities. *Educational Media and Technology: The Year in Review*, 17, 47-53.

Armstrong, A. (2014). Technology in the classroom it's not a matter of 'if,' but 'when' and 'how.' *The Education Digest*, 79(5), 39-46.

Aslan, Z., ve Dogdu, S. (1993). *Educational technology applications and educational instruments*. Ankara: Tekisik Ofset.

Baepler, P., Walker, J. D., & Driessen, M. (2014). It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms. *Computers & Education, 78*, 227-236.

Baki, A., Kosa, T., & Guven, B. (2011). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. *British Journal of Educational Technology, 42*(2), 291-310.

Başaran, B. I. (2004). Etkili öğrenme ve çoklu zekâ kurami: Bir inceleme. *Ege Eğitim Dergisi*, *5*(1).

Benzer, A. İ. (2018). *Bilgisayar destekli üç boyutlu modelleme dersi etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yetenekleri ve derse yönelik tutumları üzerine etkisi.* (Yayınlanmamış Doktora tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.

Berber, N. C., ve Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fendeki rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (21), 87-97.

Bergmann, J. ve Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. Alexandria, VA: ISTE.

Berrett, D. (2012). How flipping the classroom can improve the traditional lecture. *The Education Digest*, 78(1), 36.

Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher education*, *32*(3), 347-364.

Bishop, J. L., ve Verleger, M. A. (2013). The Flipped Classroom: A Survey of the Research. *120th American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition*, 30, 1-18.

Black, A. A. (2005). Spatial ability and earth science conceptual understanding. *Journal of Geoscience Education*, *53*(4), 402-414.

Bloom, B., Englehart, M. Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. New York, Toronto: Longmans, Green.

Bodie, G. D., Powers, W. G., ve Fitch-Hauser, M. (2006). Chunking, priming and active learning: Toward an innovative and blended approach to teaching communication-related skills. *Interactive learning environments*, *14*(2), 119-135.

Bodner, G. M., ve McMillan, T. L. B. (1986). Cognitive restructuring as an early stage in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching* 23: 727737.

Bodner, G.M. and Guay, R.B. (1997). The Purdue visualization of rotations test. *The Chemical Educator*, 2(4), 1-17.

Boeger, H., Bushnell, D. A., Davis, R., Griesenbeck, J., Lorch, Y., Strattan, J. S., ... ve Kornberg, R. D. (2005). Structural basis of eukaryotic gene transcription. *FEBS letters*, *579*(4), 899-903.

Boehm, B., ve Mobasser, S. K. (2015, May). System thinking: educating t-shaped software engineers. In *2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering* (Vol. 2, pp. 333-342). IEEE.

Bolat, Y. (2016). The flipped classes and educatıon ınformatıon network (EIN) Ters yüz edilmiş sınıflar ve eğitim bilişim ağı (EBA). *Journal of Human Sciences*, *13*(2), 3373-3388.

Bonwell, C. C., ve Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. 1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports*. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183.

Brown, B. A. (2016). Understanding the flipped classroom: Types, uses and reactions to a modern and evolving pedagogy. *Culminating Projects in Teacher Development*, 12.

Brun, J. (2007). *Platon ve akademia. İ. Yerguz (Çev.).* Ankara: Dost Kitabevi Yayınları.

Budak, F., ve Korkmaz, Ş. (2020). COVID-19 pandemi sürecine yönelik genel bir değerlendirme: Türkiye örneği. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, (1), 62-79.

Butler, J. F. (2008). The family diagram and genogram: Comparisons and contrasts. *The American Journal of Family Therapy*, *36*(3), 169-180.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Atıf İndeksi, 1-360.

Can, A. (2020). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Carroll, M. (1993). Deictic and intrinsic orientation in spatial descriptions: A comparison between English and German. *Advances in psychology* (Vol. 103, pp. 23-44).

Cartier, J., Rudolph, J., ve Stewart, J. (2001). *The nature and structure of scientific models*. Wisconsin: NCISLA.

Chittaro, L., ve Ranon, R. (2007). Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. *Computers ve Education*, *49*(1), 3-18.

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2. baskı). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Cohen, L. Manion, L., ve Morrison, K. (2013). *Research methods in education*. London: Routledge.

Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th Ed.). New York: Routledge.

Coll, R. K. France, B. ve Taylor, I. (2005). The Role of Models and Analogies in Science Education: Implications From Research. *International Journal of Science Education*, 37(2), 183-198.

Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). London: Sage Publications Ltd.

Creswell, J. W. ve Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (2nd ed.). London: Sage Publications Ltd.

Creswell, J. W. ve Sözbilir, M. (2017). *Karma yöntem araştırmalarına giriş.* Ankara: Pegem Akademi.

Critz CM, Knight D. (2013). Using the flipped classroom in graduate nursing education. *Nurse Educ.* 2013;38: 210-3.

Çakır, E., ve Yaman, S. (2018). Ters Yüz Sınıf Modelinin Öğrencilerin Fen Başarısı ve Bilgisayarca Düşünme Becerileri Üzerine Etkisi. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 38(1).

Dale, E., ve Nyland, B. (1960). Cone of learning. *Educational Media*.

Daniel, J. (2020). Education and the COVID-19 pandemic. *Prospects*, *49*(1), 91-96.

Demirçalı, S. (2016). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve zihinsel model gelişimlerine etkisi: 7. sınıf "Güneş Sistemi ve Ötesi - Uzay Bilmecesi" ünitesi örneği.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dewey, J. (1944). *Democracy and education.* New York, NY: McMillan.

Donofrio, N., Spohrer, J., Zadeh, H. S., ve Demirkan, H. (2010). Driven medical education and practice: A case for T-shaped professionals. *MJA Viewpoint*.

Dori, Y. J., ve Barak, M. (2000). Computerized molecular modeling: Enhancing meaningful chemistry learning. In *Proceedings of the fourth international conference of the learning sciences* (pp. 185-192).

Driscoll, T. (2012). Flipped learning and democratic education (NY: Columbia University MA Research).

Dror, I. E., Kosslyn, S. M., ve Waag, W. L. (1993). Visual-spatial abilities of pilots. *Journal of Applied Psychology*, *78*(5), 763.

EBSO, (2015), *Sanayi 4.0*, Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü, www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf

Erlandson, D. A., Harris, E. L., Skipper, B. L., ve Allen, S. D. (1993). *Doing naturalistic inquiry: a guide to methods*. Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.

Fastame, M. C. (2017). Empowering visuo-spatial abilities among Italian primary school children: From theory to practice. *Visual-spatial ability in STEM education* (pp. 125-141). Springer, Cham.

Ferk, V., Vrtacnik, M., Blejec, A., ve Gril, A. (2003). Students' understanding of molecular structure representations. *International Journal of Science Education*, *25*(10), 1227–1245.

Ferreri, S. P., ve O'Connor, S. K. (2013). Redesign of a large lecture course into a small-group learning course. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 77(1), Article 13.

Fulton, K. (2014). Flipping the classroom. *Principal Leadership*, 15(1), 50–55.

Futuyma, D. J. (2008). *Evrim* (A. Kence ve A. N. Bozcuk, Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. New York: Basic Books.

Gerson, H. P., Sorby, S. A., Wysocky, A., ve Baartmans, B. J. (2001). The developmentand assessment of multimedia software for improving 3-D spatial visualization skills. *Comput Appl Eng Educ*, 9(2), 105–113.

Goodwin, B. ve Miller, K. (2013). Evidence on flipped classrooms is still coming in. *Educational Leadership*, 70(6).

Gönen, S., Kocakaya, S. ve Kocakaya, F. (2011). Dinamik konusunda geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış bir başarı testi geliştirme çalışması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, VIII (I), 40-57.

Graham, K. S., ve Deary, I. J. (1991). A role for aptitude testing in surgery?. *Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh*, *36*(2), 70-74.

Greenwood, J. (1997). *The third industrial revolution: Technology, productivity, and income inequality* (No. 435). American Enterprise Institute.

Guay, R. B. (1980). Spatial ability measurement: a critique and an alternative. *Annual Meeting of the American Education Research Association*, April, Boston.

Gürbüz, S., ve Şahin, F. (2018). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 271.

Hamdan, N., McKnight, P., McKnight, K., ve Arfstrom, K (2013). *A review of flipped learning*. Flipped Learning Network.

Harle, M., ve Towns, M. (2011). A review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction. *Journal of Chemical Education*, *88*(3), 351-360.

Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (2000). A topology of science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.

Harrison, A.G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31, 401-435.

Haury, D. L. (1989). The contribution of science locus of control orientation to expressions of attitude toward science teaching. *Journal of Research in Science Teaching, 26*(6), 503-517.

Hayırsever, F., ve Orhan, A. (2018). Ters yüz edilmiş öğrenme modelinin kuramsal analizi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14*(2), 572-596.

Hegarty, M., Crookes, R. D., Dara-Abrams, D., ve Shipley, T. F. (2010). Do all science disciplines rely on spatial abilities? Preliminary evidence from self-report questionnaires. *International Conference on Spatial Cognition* (pp. 85-94). Springer, Berlin, Heidelberg.

Hegarty, M., Keehner, M., Khooshabeh, P., & Montello, D. R. (2009). How spatial abilities enhance, and are enhanced by, dental education. *Learning and Individual Differences*, 19(1), 61-70.

Hess, G. F. (2013). Blended courses in law school: The best of online and face-to-face learning. *McGeorge L. Rev*., 45, 51.

Hoban, C. F., ve Zisman, S. B. (1944). *Visualizing the curriculum*. Dryden Press.

Horn, M. B. (2013). The transformational potential of flipped classrooms. *Education Next*, 13(3).

Howell, D. (2013). *Effects of an inverted instructional delivery model on achievement of ninth-grade physical science honors students* (Yayımlanmamış doktora tezi). ProQuest Dissertations and Theses veri tabanından erişildi. (UMI No. 3602764).

Hsieh, B. (2017). Step by Step, Slowly I Flip. *The Flipped College Classroom: Conceptualized and ReConceptualized* (s.11-36). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41855-1_2.

IfM and IBM (2008) *Succeeding through Service Innovation: A Service Perspective for Education, Research, Business and Government*. Cambridge, United Kingdom: University of Cambridge Institute for Manufacturing. ISBN: 978-1-902546-65-0

ITRE (2016), *Industry 4.0, European Parliament's Committee on Industry, Research and Energy*, http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU570007_EN.pdf

Jänicke, M., ve Jacob, K. (2009). A Third Industrial Revolution? Solutions to the crisis of resource-intensive growth. *Solutions to the Crisis of Resource-Intensive Growth*.

Johnson, G. B. (2011). *The living world*. NY: McGraw-Hill.

Johnson, R. B., ve Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, *33*(7), 14-26.

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, *7*(2), 75-83.

Jones, K. (2001). Spatial thinking and visualisation. *Teaching and learning geometry 11-19.* London, GB. Royal Society, pp. 55-56.

Justi, R., ve Van Driel, J. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: promoting, characterizing, and understanding the process. *International Journal of Science Education*, *27*(5), 549-573.

Kan, A. (2014). *Ölçme Aracı Geliştirme, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme.* Ankara: Pegem A.

Kara, C. O. (2015). Ters yüz sınıf. *Bulletin of Thoracic Surgery/Toraks Cerrahisi Bülteni*, *9*(3).

Karakuş, F., ve Peker, M. (2015). The effects of dynamic geometry software and physical manipulatives on pre-service primary teachers' van Hiele levels and spatial abilities. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, *6*(3), 338-365.

Karp, M. M., ve Fletcher, J. (2014). *Adopting new technologies for student success: A readiness framework.* New York, NY: Columbia University, Teachers College, Community College Research Center.

Kell, H. J., ve Lubinski, D. (2013). Spatial ability: A neglected talent in educational and occupational settings. *Roeper Review*, *35*(4), 219-230.

Kennedy, L. M. (1986). A rationale. *Arithmetic Teacher*, 33(6), 6-7.

Kim, Y., ve Ahn, C. (2018). Effect of Combined Use of Flipped Learning and Inquiry-Based Learning on a System Modeling and Control Course. *IEEE Transactions on Education*, 61(2), 136–142.

Kinnear, J., ve Martin, M. (1992). *Nature of biology*. Milton, Queensland: The Jacaranda Press.

Koponen, I. T. (2007). Models and modelling in physics education: A critical re-analysis of philosophical underpinnings and suggestions for revisions. *Science and Education, 16*(7), 751-773.

Korkmaz, H. (2009). Gender differences in turkish primary students' ımages of astronomical scientists: a preliminary study with 21st century style. *Astronomy Education Review*, 8(1), 1-15.

Korkmaz, Ö., Çakır, R., Özden, M. Y., Oluk, A., Sarıoğlu, S. (2015). Bireylerin bilgisayarca düşünme becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34 (2), 68-87.

Koyuncu, Y. (2019). *Fen bilimleri dersinde model kullanımının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve derse yönelik tutumlarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Köse, S. & Yüzüak, A. V. (2020). Fen ve Matematik Eğitiminde Ters Yüz Edilmiş Sınıf Modeliyle İlgili Yapilan Çalışmalar: Tematik Bir İnceleme. *Bartın Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi,* 4(1), 15-33.

Küçükahmet, L. (2002). *Öğretimde planlama ve değerlendirme* (13. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Lim, S. L., ve Nakamoto, T. (2008). Genograms: Use in therapy with Asian families with diverse cultural heritages. *Contemporary Family Therapy*, *30*(4), 199-219.

Lincoln, Y. S., ve Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.

Lohman, D.F. (1993). *Spatial Ability and G.* the First Spearman Seminar, University of Plymouth.

Lohman, D.F. (1996). Spatial ability and g. I. Dennis ve P. Tapsfield (Ed), *Human abilities: Their nature and measurement* (pp. 97-116). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, *49*(4), 344-351.

MacDonald, W. T. F. (2016). *Exploring the flipped classroom in a community college setting*. University of Ontario Institute of Technology (Canada).

Mann, M., Treagust, D. F. (1998). A Pencil and Paper Instrument to Diagnose Students' Conception of Breathing, Gas Exchange and Respiration, *Australian Science Teachers Journal*, 44, 2, 55-59.

Marlowe, C. A. (2012). *The effect of the flipped classroom on student achievement and stress* (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: https://scholarworks.montana.edu/xmlui/handle/1/1790.

Matuk, C., ve Uttal, D. H. (2020). The effects of invention and recontextualization on representing and reasoning with trees of life. *Research in Science Education*, *50*(5), 1991-2033.

McLaughlin, J. E., White, P. J., Khanova, J., ve Yuriev, E. (2016). Flipped classroom implementation: A case report of two higher education institutions in the United States and Australia. *Computers in the Schools*, *33*(1), 24-37.Mcmillan, J. H., ve Schumacher, S. (2006). *Research in education: Evidence-Based inquiry*. (6th ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.

Mcmillan, J. H., ve Schumacher, S. (2006). *Research in education: evidence-based inquiry*. (6th ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.

MEB (2018). *İlkokul ve ortaokul fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara.

Mehra, J. (2001). *The Golden Age of Theoretical Physics.* Singapore: World Scientific.

Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber*. S. Turan (Çev.) Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Merrill, J. E. (2015). *The flipped classroom: An examination of veteran teacher'practices when flipping their classrooms for the first time* (Doktora tezi). ProQuest Dissertations and Theses veri tabanından erişildi (UMI No. 3731026).

Mowery, D. C. (2009). Plus ca change: Industrial R&D in the "third industrial revolution". *Industrial and corporate change*, *18*(1), 1-50.

Mutlu, O., ve Aydın, G. (2018). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Ters Yüz Sınıf Modeline İlişkin Görüşleri. *Uluslararası Uzaktan Öğrenme ve Yenilikçi Eğitim Teknolojileri Konferansı*, 219-227.

National Research Council (NRC). 2006. *Learning to Think Spatially*. Washington, D.C.: National Academy Press.

National Training Laboratories (NTL) for Applied Behavioral Science, (1960). *The Learning Pyramid, National Training Laboratories*, Bethel, Maine.

Newcombe, N. S., ve Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*, *4*(3), 102-111.

Newcombe, N. S., ve Shipley, T. F. (2015). Thinking about spatial thinking: New typology, new assessments. In *Studying visual and spatial reasoning for design creativity* (pp. 179-192). Springer, Dordrecht.

Ogan Bekiroğlu, F. (2004). *Ne kadar Başarılı?, Klasik ve Alternatif ÖlçmeDeğerlendirme Yöntemleri ve Fizikte Uygulamalar* (1. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Olkun, S. (2003). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2D geometry. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, *22*(1), 43-56.

Olkun, S. ve Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 86-91.

Overmyer, G.R. (2014). *The flipped classroom model forcolleg ealgebra. Effects on student achievement.* (Doktora Tezi). Colorado State University, Colorado, U.S.A.

Öngel, K., ve Örs, O. P. (2019). Evaluation of patients based on family genogram. *The Journal of Turkish Family Physician, 10*(3), 150-155.

Özçelik, D. A. (1981). *Okullarda ölçme ve değerlendirme*. Ankara: ÜSYM-Eğitim Yayınları.

Özçelik, T. ve Onursal, F.S. (2020), Endüstri 4.0'ın İş Hayatı ve Sendikalaşma Üzerine Etkisi, *BMIJ*, 8(1): 981-1007 doi: http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v8i1.1399

Öztürk, S. Y., ve Alper, A. T. D. (2016). *Programlama öğretimindeki ters yüz öğretim yönteminin öğrencilerin başarılarına, bilgisayara yönelik tutumuna ve kendi kendine öğrenme düzeylerine etkisi*. Doctora tezi. Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.

Palfrey, J. ve Gasser, U. (2008). *Born Digital: Understanding the first generation of digital natives.* New York, NY: Basic Books.

Piaget, J. (2005). *Çocuğun Gözüyle Dünya*. İ. Yerguz (Çev.). Ankara: Dost Kitabevi Yayınları.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, *93*(3), 223-231.

Ranney, R. R., Wilson, M. B., ve Bennett, R. B. (2005). Evaluation of applicants to predoctoral dental education programs: review of the literature. *Journal of dental education*, *69*(10), 1095–1106.

Rayan, B., ve Rayan, A. (2017). Avogadro program for chemistry education: To what extent can molecular visualization and three-dimensional simulations enhance meaningful chemistry learning. *World Journal of Chemical Education*, *5*(4), 136-141.

Ree, M. J., ve Carretta, T. R. (1998). Computerized testing in the United States air force. *International Journal of Selection and Assessment*, *6*(2), 82-89.

Rotbain, Y., Marbach- Ad, G. ve Stavy, R. (2006). Effects of Bead and Illustrations Models on High School Students' Achievement in Molecular Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 500-529.

Šafhalter, A., Glodež, S., Šorgo, A (2020). Development of spatial thinking abilities in engineering 3D modeling course aimed at lower secondary students. *Int J Technol Des Educ*. https://doi.org/10.1007/s10798-020-09597-8

Samaranayake, P., Ramanathan, K., ve Laosirihongthong, T. (2017). Implementing industry 4.0 A technological readiness perspective. *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2017 IEEE International Conference On*, 529–533. https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8289947

Sandvik, H. (2008). Tree thinking cannot taken for granted: challenges for teaching phylogenetics. *Theory in Biosciences*, *127*(1), 45-51.

Say, F.S. ve Yıldırım, F.S (2020). Flipped Classroom Implementation in Science Teaching. *International Online Journal of Education and Teaching* (IOJET), 7(2), 606-620. http://iojet.org/index.php/IOJET/article/view/759

Schleicher, A. (2020). The impact of COVID-19 on education insights from education at a glance 2020. *Retrieved from oecd. org website: https://www. oecd. org/education/the-impact-of-covid-19-on-education-insights-education-at-a-glance-2020. pdf*.

Schuh, G., Potente, T., Wesch-Potente, C., Weber, A. R., ve Prote, J. P. (2014). Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0. *Procedia Cirp*, *19*, 51-56.

Schultz, D., Duffield, S., Rasmussen, S. C., & Wageman, J. (2014). Effects of the flipped classroom model on student performance for advanced placement high school chemistry students. *Journal of chemical education*, *91*(9), 1334-1339.

Schwab, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi*. (Çev. Zülfü Dicleli). İstanbul: Optimist Yayınları.

Schwarz, C. V., ve Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K- 8 science teaching. *Science education*, *91*(1), 158-186.

Seaman, G., ve Gaines, N. (2013). Leveraging digital learning systems to flip classroom instruction. *Journal of Modern Teacher Quarterly*, 1, 25-27.

Seferoğlu, S., Akbıyık, C., 2006. Eleştirel düşünme ve öğretimi. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 193-200, Ankara.

Sevimli, E. (2009). *Matematik öğretmen adaylarının belirli integral konusundaki temsil tercihlerinin uzamsal yetenek ve akademik başarı bağlamında incelenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Small, G. W., ve Vorgan, G. (2008). *iBrain: Surviving the technological alteration of the modern mind.* New York: Collins Living.

Smith, I. M. (1964). *Spatial ability: Its educational and social significance*. London: University of London Press.

Snow, J. (1855). *On the mode of communication of cholera*. London: John Churchill.

Sorby, S. A. (2009). Educational Research in Developing 3-D Spatial Skills for Engineering Students. *International Journal of Science Education*, 31(3), 459e480.

Sorby, S. A., ve Baartmans, B. J. (2000). The development and assessment of a course for enhancing the 3- D spatial visualization skills of first year engineering students. *Journal of Engineering Education*, *89*(3), 301-307.

Sorby, S., Drummer, T., Hungwe, K., ve Charlesworth, P. (2005). Developing 3 D Spatial Visualization Skills For Non Engineering Students. In *2005 Annual Conference* (pp. 10-428).

Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 43-57.

Staker, H. ve Horn, M. B. (2012). *Classifying K-12 blended learning*. Innocite Institute. Erişim adresi: http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED535180.pdf

Steiner, S., Wagaman, M. A., ve Lal, P. (2014). Thinking spatially: Teaching an undervalued practice skill. *Journal of Teaching in Social Work, 34*(4), 427-442.

Sutherland, D. ve Dennick, R. (2002). Exploring Culture, Language and The Perception of the Nature of Science. *International Journal of Science Education*,24(1), 1- 25

Şen, S. (2017). *Eğitimde kullanılan ölçme araçları* [PDF belgesi]. https://sedatsen.files.wordpress.com/2015/12/5-ve-6-hafta.pdf adresinden erişildi.

Şener, S , Elevli, B . (2017). Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim . *Mühendis Beyinler Dergisi,* 1 (2) , 1-13 .

Şimşek, F . (2017). Paleolitik dönemde insan türleri. *Amisos* , 2 (3) , 66-85 .

Şişman, B., Küçük, S., ve Yaman, Y., (2020). The Effects of Robotics Training on Children's Spatial Ability and Attitude Toward STEM. *Internatıonal journal of socıal robotıcs* , vol.1, no.1, 1-11.

Takayama K. (2005) *Visualizing the Science of Genomics*. In: Gilbert J.K. (Ed.) Visualization in Science Education. Models and Modeling in Science Education, vol 1. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2_12

Taş, H. Y. (2018). Dördüncü sanayi devrimi'nin (endüstri 4.0) çalışma hayatına ve istihdama muhtemel etkileri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, *9*(16), 1817-1836.

Thompson, T. (2016). *The effects of concrete, virtual, and multimodal tangram manipulatives on second grade elementary students' mathematics achievement and development of spatial sense: A convergent parallel mixed methods study*. (Yayınlanmamış Doktora tezi). Oklahoma State University. ProQuest Dissertations and Theses veri tabanından erişildi.

TOBB (2016). Sanayi 4.0'a Hazır mıyız?. *TOBB Ekonomik Forum Dergisi*, Sayı: 259, s. 16-27.

Toptas, V., Celik, S., ve Karaca, E. T. (2012). Improving 8th Grades Spatial Thinking Abilities through a 3D Modeling Program. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 11(2), 128–134.

Turan, Z. (2021). Evaluating Whether Flipped Classrooms Improve Student Learning in Science Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 1-19.

Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. Kademede Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerinin İncelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Turğut, M. (2010). *Teknoloji Destekli Lineer Cebir Öğretimin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Uzamsal Yeteneklerine Etkisi.* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Turğut, M., ve Yılmaz, S. (2012). *İlköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi.* Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, (19), 69-79.

TÜSİAD (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0, Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi*. Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576, İstanbul.

Uygan, C., ve Kurtuluş, A. (2016). Effects of teaching activities via Google Sketchup and concrete models on spatial skills of preservice mathematics teachers. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 7*(3), 510-535.

Vogel, P. (2015). *Generation Jobless?: Turning the youth unemployment crisis into opportunity*. Springer.

Voska, K. W. ve Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conception used to solve chemical equilibrium problem. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160–176.

Vural, B. (2004). *Eğitim öğretimde teknoloji ve materyal kullanımı*. İstanbul: Hayat Yayıncılık.

Vygotsky, L. S. (1978.) *Mind and society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wai, J., Lubinski, D., ve Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of educational Psychology*, *101*(4), 817.

Waller, D., Hunt, E., & Knapp, D. (1998). The transfer of spatial knowledge in virtual environment training. *Presence*, *7*(2), 129-143.

Wanzel, K. R., Hamstra, S. J., Caminiti, M. F., Anastakis, D. J., Grober, E. D., ve Reznick, R. K. (2003). Visual-spatial ability correlates with efficiency of hand motion and successful surgical performance. *Surgery*, *134*(5), 750-757.

Watson, J. D. (1993) *İkili Sarmal*. A. Serin (Çev), İstanbul: TÜBİTAK.

Watson, J. D., ve Crick, F. H. (1953). Molecular structure of nucleic acids. *Nature*, *171*(4356), 737-738.

WEF (2015). *Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact*, http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf

West, T. G. (1991). *In the mind's eye.* Buffalo, NY: Prometheus Books.

World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution.* Geneva, Switzerland: World Economic Forum. http://www3.weforum.org/docs/ WEF_Future_of_Jobs.pdf adresinden erişildi.

Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

Yılmaz, T. (2012). *Comparison of the effects of model – based and computer – based instruction on 9th grade students' spatial abilities and conceptual understanding of ionıc lattice.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yurtlu, S. (2018*). Fen eğitiminde ters yüz sınıf modelinin öğrenci başarısına ve görüşlerine etkisinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi). Muş Alparslan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş.

EKLER

EK 1. Purdue Uzamsal Görselleme Testi Kullanım İzni

EK 2. Purdue Uzamsal Görselleme Testi

EK 3. Belirtke Tablosu

EK 4. Genetik Başarı Testi

EK 5. Görüşme Formu

EK 5.1. Ters Yüz Sınıf Modeli Çerçevesinde Tinkercad Kullanılarak Gerçekleştirilen Biyoloji 3 Dersine İlişkin Görüşme Protokolü

EK 5.2. Ters Yüz Sınıf Modeli Çerçevesinde Somut Materyal Kullanılarak Gerçekleştirilen Biyoloji 3 Dersine İlişkin Görüşme Protokolü

EK 6. Tinkercad ile 3D Modelleme Kitapçığı

EK 7. Quizler

EK 7.1. Mayoz Bölünme ve Eşeyli Yaşam Döngüleri İzleme Testi

EK 7.2. Kalıtımın Kromozomal Esası İzleme Testi

EK 7.3. Protein Sentezi İzleme Testi

EK 7.4. DNA Rekombinasyonu ve Mutasyon

EK 7.5. Virüs ve Bakteri Genetiği İzleme Testi

EK 7.6. Biyoteknoloji İzleme Testi

EK 8. Rapor Örnekleri

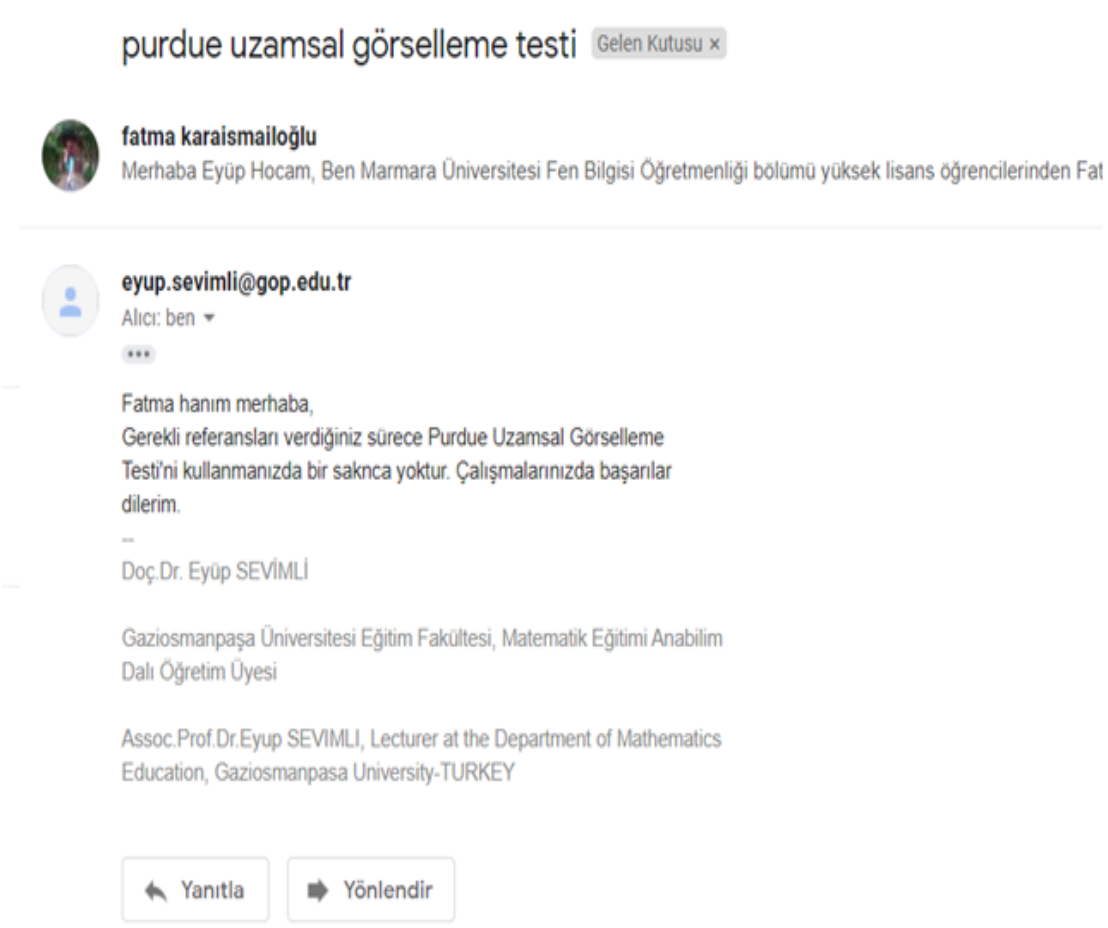
EK 8.1. Tinkercad Grubu Rapor Örneği-1

EK 8.2. Tinkercad Grubu Rapor Örneği-2

EK 8.3. Somut Model grubu Rapor Örneği-1

EK 8.4. Somut Model grubu Rapor Örneği-2

EK 1. Purdue Uzamsal Görselleme Testi Kullanım İzni



purdue uzamsal görselleme testi Gelen Kutusu ×

fatma karaismailoğlu
Merhaba Eyüp Hocam, Ben Marmara Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümü yüksek lisans öğrencilerinden Fat

eyup.sevimli@gop.edu.tr
Alıcı: ben

Fatma hanım merhaba,
Gerekli referansları verdiğiniz sürece Purdue Uzamsal Görselleme Testi'ni kullanmanızda bir saknca yoktur. Çalışmalarınızda başarılar dilerim.
--
Doç.Dr. Eyüp SEVİMLİ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Assoc.Prof.Dr.Eyup SEVIMLI, Lecturer at the Department of Mathematics Education, Gaziosmanpasa University-TURKEY

Yanıtla Yönlendir

EK 2. Purdue Uzamsal Görselleme Testi

009199-1

PURDUE UZAMSAL GÖRSELLEME TESTİ

Roland Guay , PhD

Lütfen size testi nasıl cevaplayacağınız anlatılana kadar kitapçığı açmayınız

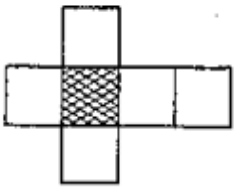
© Copyright, Purdue Research Foundation, 1976

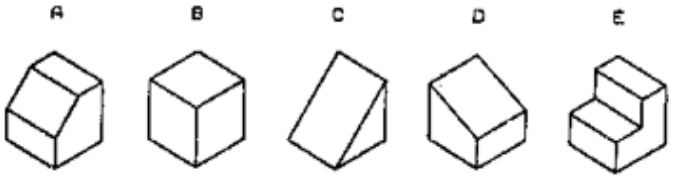
Uyarı: Bu kitapçık üzerine herhangi bir işaretleme yapmayınız. Cevaplarınızı cevap kâğıdına işaretleyiniz.

BÖLÜM–1: OLUŞTURMA

YÖNERGE

Bu testin ilk bölüm 12 sorudan oluşmaktadır. Bu sorular sizin üç boyutlu nesneleri katlayarak ne şekilde görselleştireceğinizi belirlemek üzere tasarlanmıştır. Aşağıda bu testin ilk bölümünde yer alan soru tiplerine yönelik bir örnek verilmiştir.





Yukarıda beş tane üç boyutlu cisim ve bir tane açılım bulunmaktadır. Açılım üç boyutlu bir nesnenin iç yüzeyini göstermektedir. Açılımdaki taralı kısımlar cismin tabanını göstermektedir. Sizden istenen;

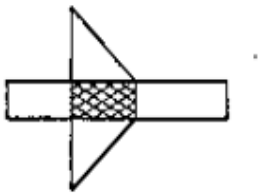
1) Bu açılımın üç boyutlu nesne olarak katlandığında, zihninizde nasıl gözüktüğünü belirlemeniz,

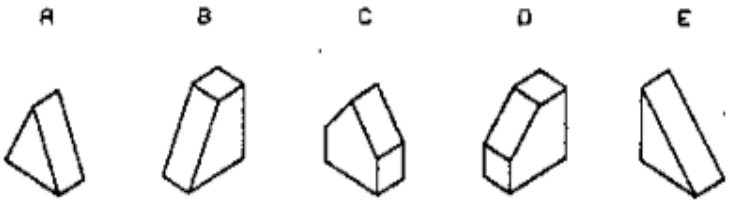
2) Yapılan katlamalar ile oluşan üç boyutlu şekli, A, B, C, D, E şıkları arasından seçmenizdir.

Yukarıda gösterilen örneğin doğru cevap hangisidir?

A, C, D, E şıkları yanlıştır. Verilen açılımın katlanmasıyla B şıkkındaki gibi bir nesne elde edilebilir. Bu testin üç bölümündeki her bir sorunun yalnızca bir doğru cevabı bulunmaktadır.

Şimdi aşağıdaki örneğe bakınız ve verilen açılım katlandığında elde edilebilecek üç boyutlu cismi şıklar arasından belirlemeye çalışınız? Verilen açılımın cismin içerisini ve taralı kısmın cismin alt yüzeyini gösterdiğini unutmayınız.



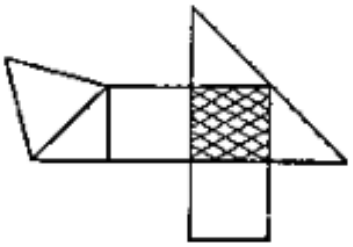


Örnekteki doğru cevap E şıkkıdır.

Test boyunca her bir soru için belirlediğiniz cevapları, cevap anahtarına koyu renkli kalemle işaretleyiniz.

Uyarı: Bu kitapçık üzerine herhangi bir işaretleme yapmayınız. Cevaplarınızı cevap kâğıdına işaretleyiniz. Başlarken gerekli açıklamalar yapılacaktır.

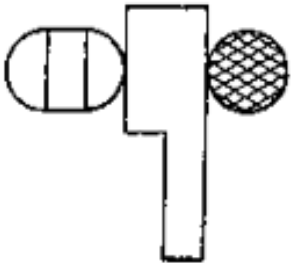
1



A B C D E



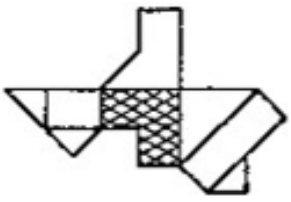
2



A B C D E



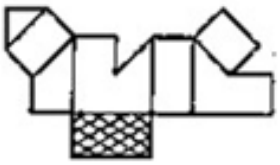
3

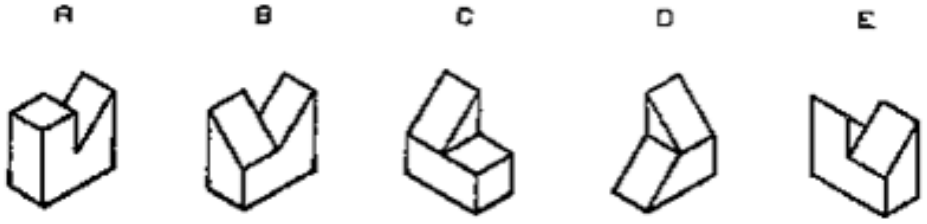


A B C D E

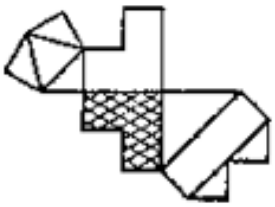


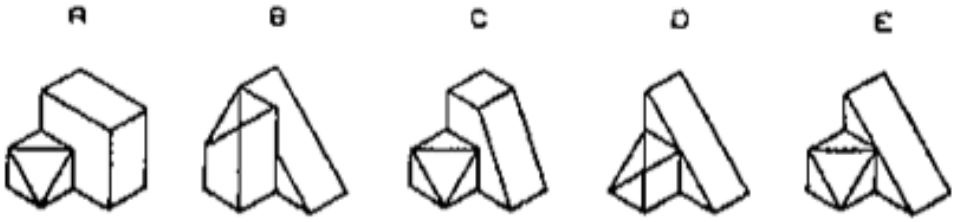
4



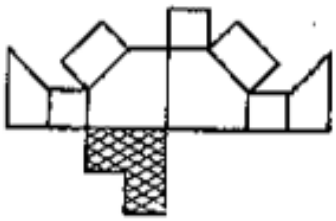


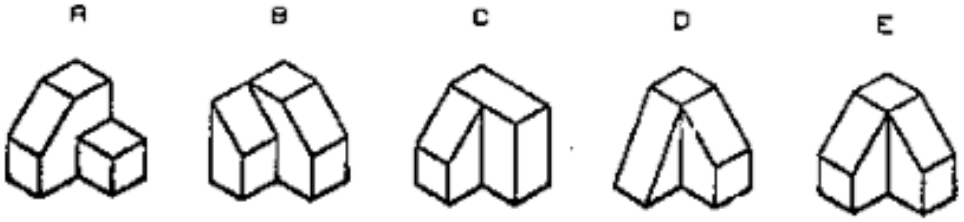
5



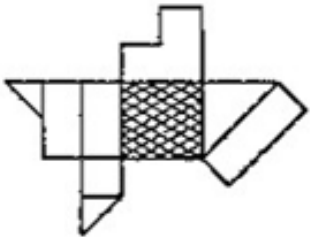


6





7



A B C D E



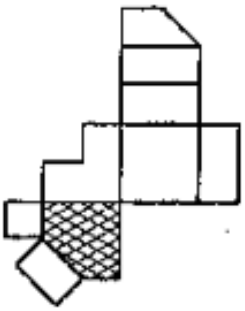
8



A B C D E



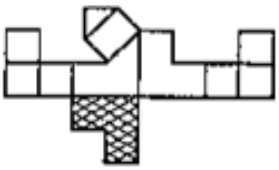
9



A B C D E



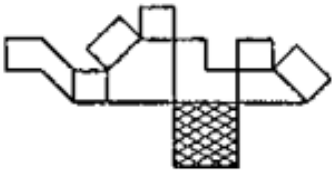
10



A B C D E



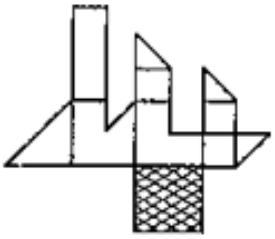
11



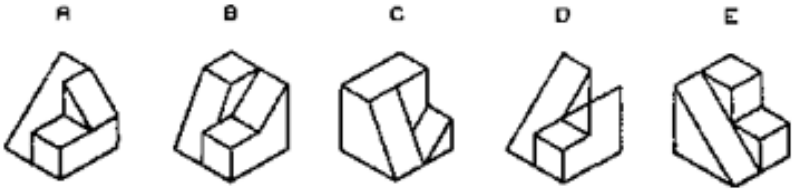
A B C D E



12



A B C D E

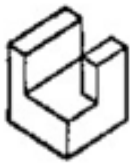


Uyarı: Bu kitapçık üzerine herhangi bir işaretleme yapmayınız. Cevaplarınızı cevap kâğıdına işaretleyiniz.

BÖLÜM–2: DÖNDÜRME

YÖNERGE

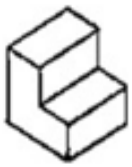
İkinci bölüm 12 sorudan oluşmaktadır. Bölümdeki sorular üç boyutlu nesnelerin döndürülmesini ne şekilde görselleştireceğinizi belirlemek üzere tasarlanmıştır. Aşağıda görülen soru tipi ikinci bölümde bulanan soru tipilerine bir örnektir.



Şeklinin döndürülmüş hali



'dir



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A B C D E



Sizden istenen,

1) Sol üst kısmında yer alan nesnenin, sağ üst kısımdaki nesneye dönüşmesi için gerekli adımları bulmanız,

2) Sorunun orta kısmında bulunan nesnenin tam olarak aynı adımlar ile döndürüldüğü zaman nasıl göründüğünü bulmanız,

3) Orta kısımda bulunan cisim, gerekli adımlar uygulanarak döndürüldüğünde, elde edilen görünümün verilen şıklardan hangisinde (A, B, C, D veya E) doğru olarak gösterildiğini bulmanız, istenmektedir.

Yukarda gösterilen örnekte doğru cevap hangisidir?

A, B, C, E cevapları yanlıştır. Gerekli döndürme adımları uygulandığında D şıkkının doğru olduğu görünmektedir. Her sorunun yalnızca bir doğru cevabı olduğunu hatırlayınız.

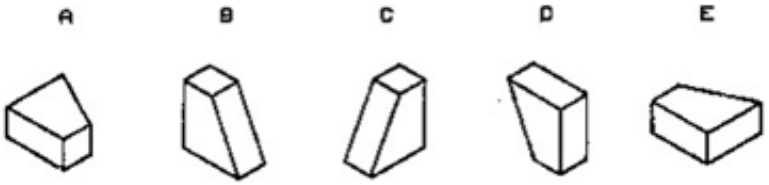
Şimdi bir diğer örneğe geçelim. Aşağıda verilen örnekte döndürülme işlemi uygulandıktan sonra doğru pozisyonda bulunan şekli belirlemeye çalışınız.



Şeklinin döndürülmüş hali  'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?



Dikkat ederseniz, bu örnekte verilen döndürme yönergesi daha karmaşıktır. Bu örnek için doğru cevap B şıkkıdır.

Uyarı: Bu kitapçık üzerine herhangi bir işaretleme yapmayınız. Cevaplarınızı cevap kâğıdına işaretleyiniz. Başlarken gerekli açıklamalar yapılacaktır.

13



Şeklinin döndürülmüş hali  'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A B C D E



14

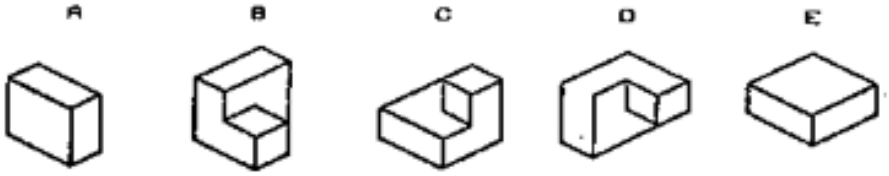


Şeklinin döndürülmüş hali  'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A B C D E



15



Şeklin döndürülmüş hali  'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A B C D E



16  Şeklinin döndürülmüş hali  'dir?

 Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A  B  C  D  E 

17  Şeklin döndürülmüş hali  'dir.

 Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A  B  C  D  E 

18  Şeklin döndürülmüş hali  'dir.

 Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A  B  C  D  E 

19  Şeklin döndürülmüş hali  'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A B C D E

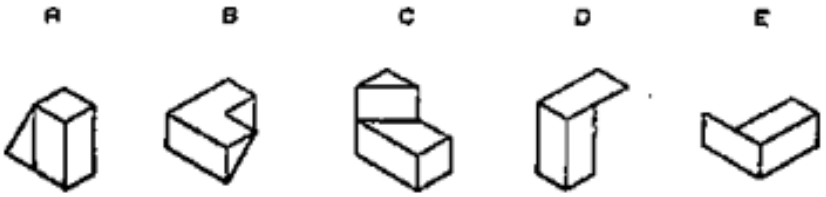


20  Şeklin döndürülmüş hali  'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A B C D E



21  Şeklin döndürülmüş hali  'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A B C D E



22  Şeklin döndürülmüş hali  'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A 
B 
C 
D 
E 

23  Şeklin döndürülmüş hali  'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A 
B 
C 
D 
E 

24  Şeklin döndürülmüş hali  'dir.



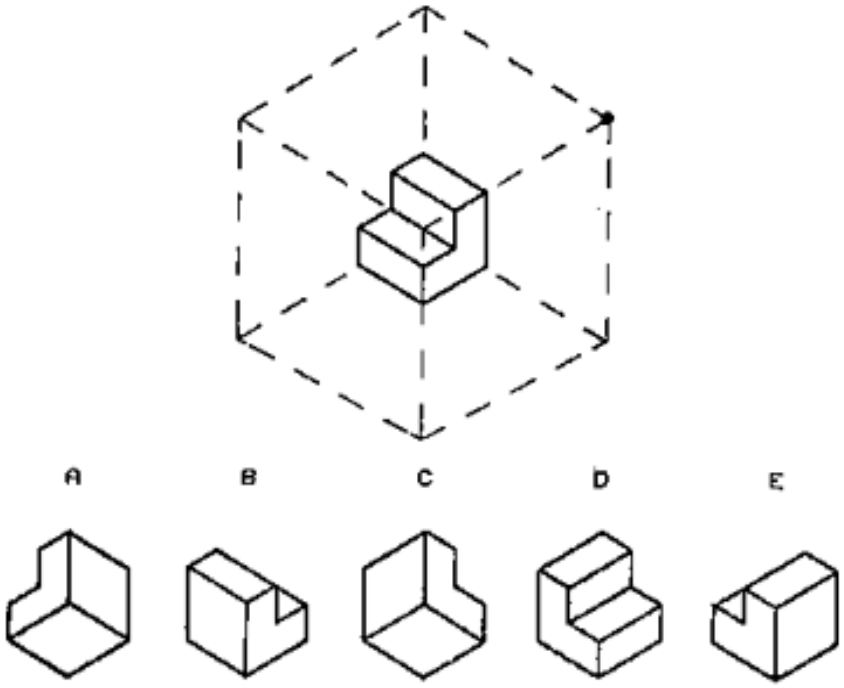
Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A 
B 
C 
D 
E 

BÖLÜM–3: GÖRÜNÜMLER

YÖNERGE

Testin üçüncü bölümü 12 sorudan oluşmaktadır. Bu sorular, sizin çeşitli bakış açılarından, üç boyutlu cisimleri ne şekilde görselleyebileceğinizi belirlemeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Aşağıda verilen soru, üçüncü bölümde yer alan soru tiplerine bir örnektir.



Yukarıdaki örnek saydam bir kutunun ortasına yerleştirilmiş bir cismi göstermektedir. Beş çizim aynı cismin farklı noktalardan bakıldığında oluşan görüntülerini temsil etmektedir. Saydam kutunun sağ üst köşesinde yer alan siyah nokta, cisme bakılması istenen durumu göstermektedir.

Sizden istenen;

1) Bu saydam kutunun köşesindeki siyah noktanın sizinle cam kutu arasında oluncaya kadar hareket etmesi gerektiğini hayal etmeniz,

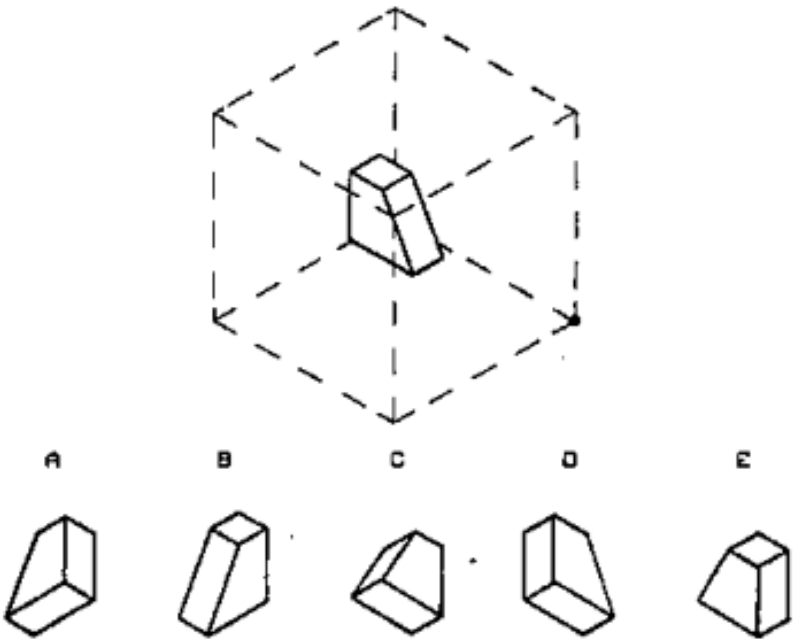
2) Bu bakış açısı doğrultusunda saydam kutuda içerisindeki nesnenin zihninizde nasıl göründüğünü bulmanız,

3) Verilen A, B, C, D ve E şıkları arasında size göre doğru olan cevabı işaretlemenizdir.

Yukarıda verilen örnekte doğru cevap hangisidir.

A, B, C ve D şıkları yanlıştır; sadece E şıkkı verilen bakış açısı doğrultusunda cismin görünümünü temsil etmektedir. Önceki bölümlerde olduğu gibi her sorunun yalnızca bir doğru cevabı bulunmaktadır.

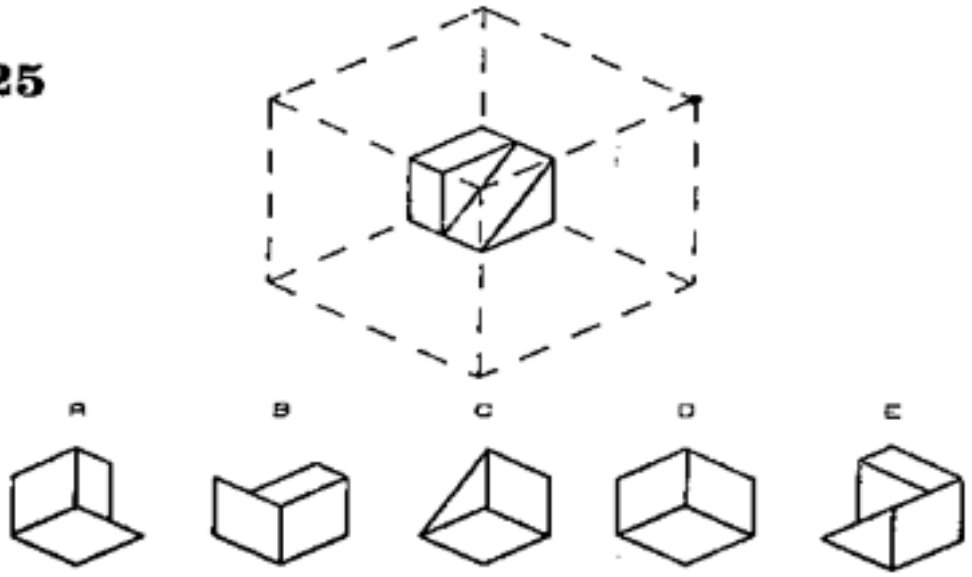
Şimdi aşağıda verilen bir sonraki örneğe bakarak, gösterilen noktadan cisme bakıldığında cismin nasıl göründüğünü bulunuz. Nesne saydam kutunun ortasına konumlandırılmıştır. Siyah nokta, sizinle nesne arasında kalacak şekilde cismi hareket ettirerek zihninizde görselleyiniz.



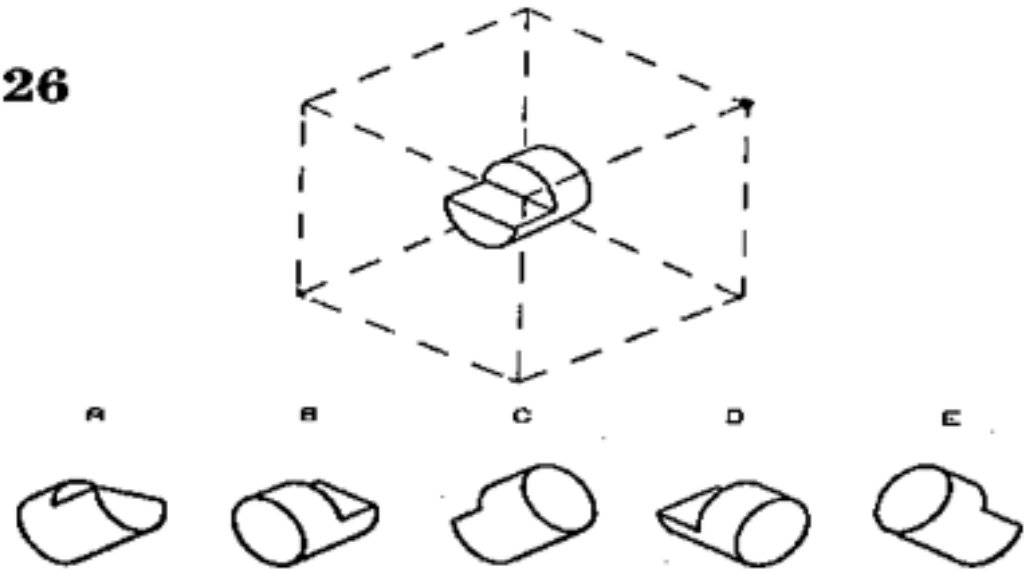
Bu örneğin doğru cevabı C şıkkıdır.

Ne zaman başlayacağınız size söylenecektir.

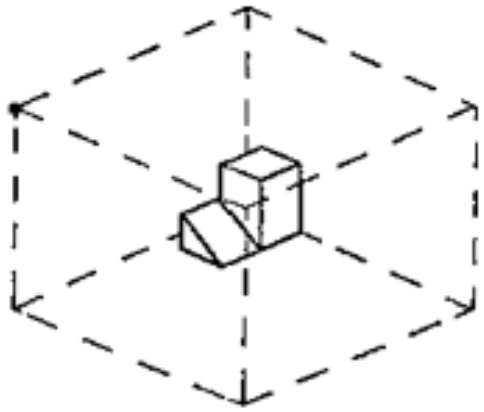
25



26



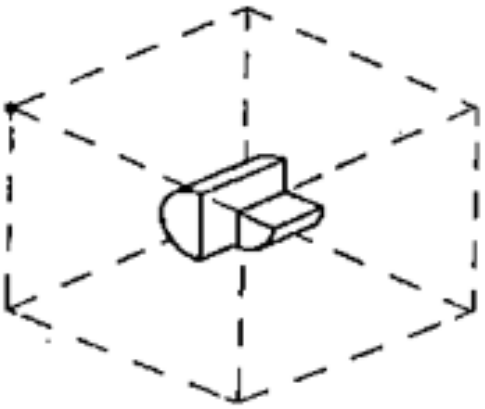
27



A B C D E



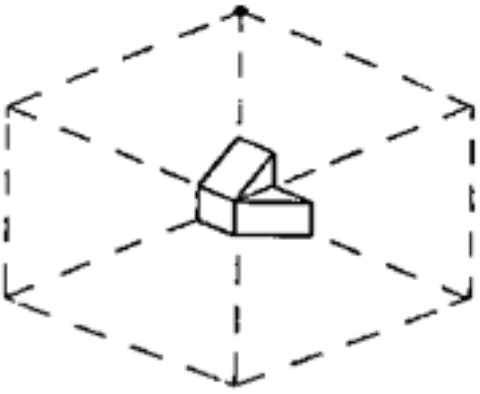
28



A B C D E



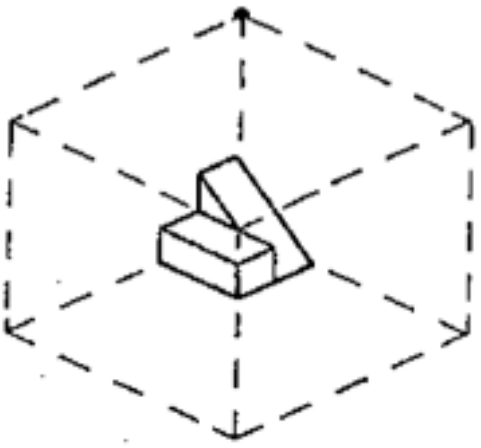
29



A B C D E



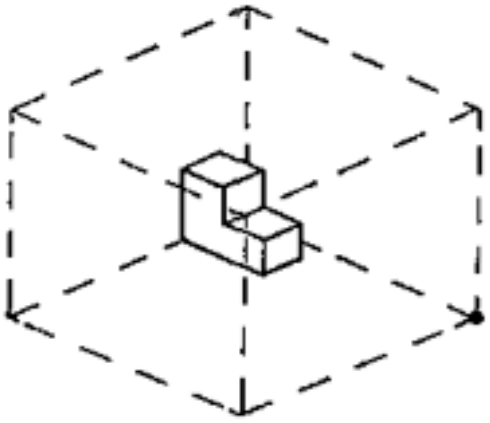
30



A B C D E



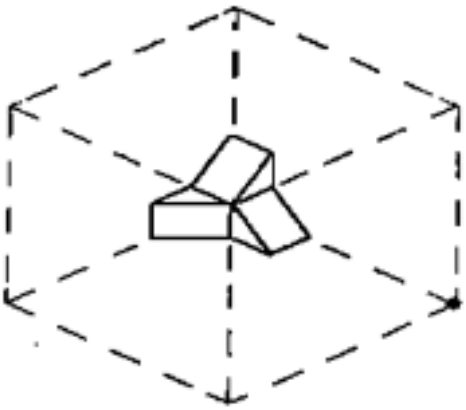
31



A B C D E



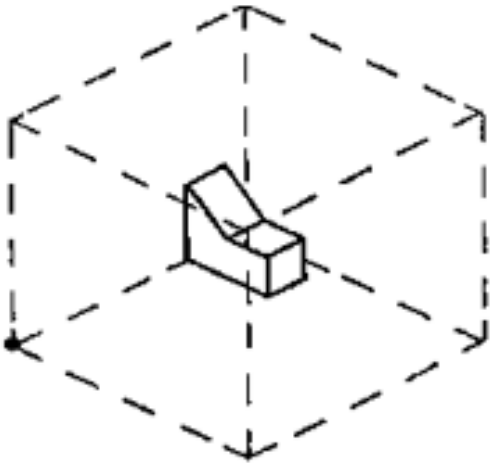
32



A B C D E



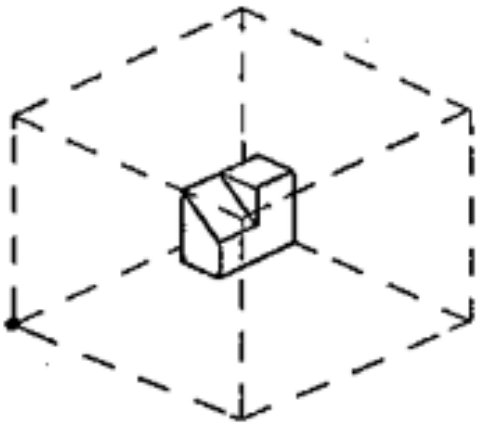
33



A B C D E



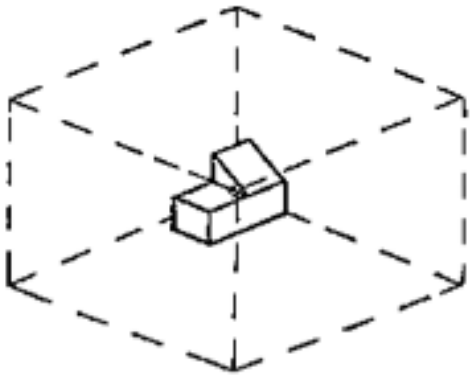
34



A B C D E



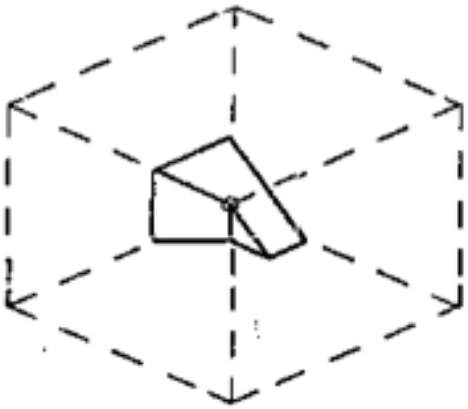
35



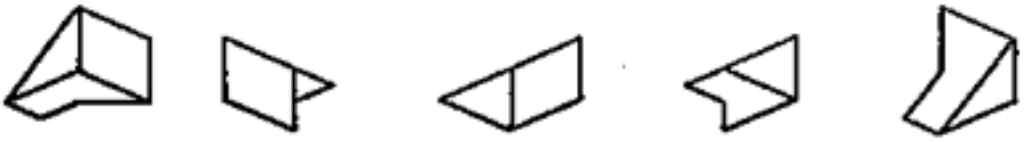
A B C D E



36



A B C D E



PUGT CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**D**
3	**B**
4	**B**
5	**E**
6	**E**
7	**B**
8	**C**
9	**D**
10	**C**
11	**D**
12	**D**
13	**B**
14	**E**
15	**C**
16	**B**
17	**D**
18	**A**
19	**D**

20	**E**
21	**B**
22	**C**
23	**D**
24	**E**
25	**E**
26	**D**
27	**E**
28	**E**
29	**D**
30	**B**
31	**A**
32	**B**
33	**A**
34	**C**
35	**B**
36	**A**

EK 3. Belirtke Tablosu: Moleküler Genetik Konularına İlişkin Deneme Testinde Bulunan Madde Sayısını Gösteren Belirtke Tablosu

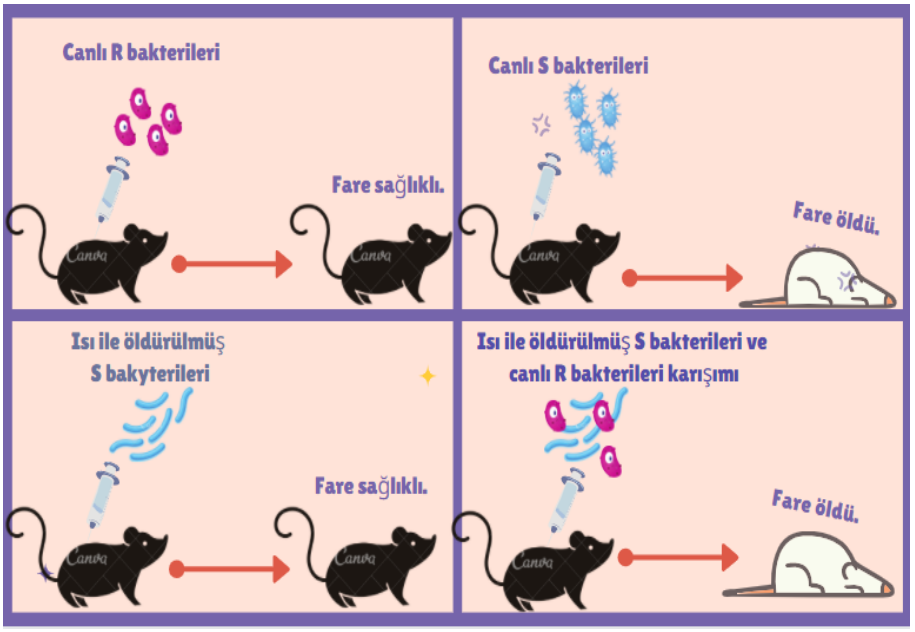
İçerik	Kazanım	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Analiz etme	Değerlendirme	Toplam
Mayoz Bölünme ve Eşeyli Yaşam Döngüleri	Genetik varyasyonun ne olduğunu ve biyolojik çeşitliliği açıklamadaki rolünü ifade eder.				2		2
	Mayoz bölünmeyi temsil eden 3D model tasarlar ve hazırladığı model üzerinden mayoz bölünmenin ne olduğunu ve canlılar için önemini açıklar.			2	2		4
	Mayoz ve mitoz bölünme evrelerini ve özelliklerini karşılaştırır.				2		2
Kalıtımın Kromozomal Temeli	Nükleotid, gen, DNA, nükleosom ve kromozomun ne olduğunu ve aralarındaki ilişkiyi açıklar.	1	1				2
	Nükleotid, gen, DNA, nükleosom ve kromozom yapılarına ait 3D model tasarlar.			1	1	3	5
	Prokaryot ve ökaryot canlıların genetik materyallerini karşılaştırır.		1				1
	RNA ve DNA'ya ait 3D model hazırlayarak aralarındaki benzerlik ve farklılıkları hazırladığı model üzerinden göstererek açıklar.	1	1				2
	DNA replikasyonunu temsil eden 3D model tasarlar ve DNA replikasyonunu hazırladığı model üzerinden göstererek açıklar.			1	1	2	4
Protein Sentezi	Protein sentezini temsil eden 3D model tasarlar ve protein sentezini hazırladığı model üzerinden göstererek açıklar.	1	1	1	2	1	6
Mutasyon	Mutasyonun ne olduğunu ifade eder ve mutasyon çeşitlerini örnekler üzerinden açıklar.	1				1	2
	Mutasyonların nasıl meydana geldiğini 3D model tasarlayarak gösterir.		2				2
Virüs ve Bakteri Genetiği	Virüslerin yapısını gösteren 3D model tasarlar ve virüslerin yapısının nasıl olduğunu model üzerinden göstererek açıklar.	1				1	2
	Virüslerin çoğalma döngüsünü temsil eden 3D model tasarlar ve virüslerin nasıl çoğaldığını hazırladığı model üzerinden göstererek açıklar.	2					2
	Bakterilerde genetik rekombinasyon ve gen aktarım mekanizmalarını (Transformasyon, transdüksiyon, konjugasyon) temsil eden 3D model tasarlar ve mekanizmaları hazırladığı model üzerinden göstererek açıklar.			1	2		3

Toplam Soru Sayısı		7	6	6	12	8	39

EK 4. Genetik Başarı Testi

GENETİK BAŞARI TESTİ

1. Frederick Griffith İngiliz bir bakteri biyoloğudur. 1928 yılında zatüreye karşı aşı geliştirmek amacıyla *Streptococcus pneumoniae* bakterileri ve fareleri kullanarak bir deney organize etmiştir. Deneyinde R ve S olarak bilinen birbiri ile bağlantılı iki bakteri türünü kullanmış, ikisini de farelere aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi enjekte etmiştir.



Deney bulguları:

R tipi bakteri, kapsülsüz yapılıdır ve farelere enjekte edildiğinde onların hasta olmalarına sebep olmamıştır. S tipi bakteri, kapsüllü yapıya sahiptir. Canlı olan S bakterileri fareye enjekte edildiğinde ölümüne sebep olmuştur. Fakat ısı ile öldürüldükten sonra fareye enjekte edildiğinde fare sağlıklı bir şekilde yaşamaya devam etmiştir. Isı ile öldürülmüş S bakterileri ve canlı R bakterilerinin karışımı fareye enjekte edildiğinde ise fare ölmüştür. Ölen farenin kan örneğine bakan Griffith, farenin kanında canlı S bakterilerinin bulunduğunu görmüştür.

Griffith'in deneyinin sonuç cümlesi aşağıdaki ifadelerden hangisi olabilir?

A. R tipi bakterilerin ortamda ölü olarak bulunan S tipi bakterilerin kalıtılabilir maddelerini (DNA) alması sonucunda R bakterileri ve S bakterileri arasında transformasyon gerçekleşmiş ve böylece R bakterileri hastalık yapma yeteneği kazanmıştır.

B. R tipi bakterilerin ortamda ölü olarak bulunan S tipi bakterilerin kalıtılabilir maddelerini(DNA) alması sonucunda R bakterileri ve S bakterileri arasında transdüksiyon gerçekleşmiş ve böylece R bakterileri hastalık yapma yeteneğini kazanmıştır.

C. R tipi bakterilerin ortamda ölü olarak bulunan S tipi bakterilerin kalıtılabilir maddelerini(DNA) alması sonucunda R bakterileri ve S bakterileri arasında translokasyon gerçekleşmiş ve böylece R bakterileri hastalık yapma yeteneğini kazanmıştır.

D. R tipi bakteriler mutasyon geçirmiş ve hastalık yapma yeteneği kazanmıştır.

E. R tipi bakterilerde gen dönüşümü meydana gelmiş ve hastalık yapma yeteneği kazanmışlardır.

2. Kalıtsal maddenin DNA mı yoksa protein mi olduğunu tespit etmek için Hershey ve Chase iki ayrı faj grubunu (T2 fajları) bir kısmını radyoaktif bir kükürt izotopu varlığında, diğer kısmını ise radyoaktif fosfor izotopu varlığında üretmişlerdir. Radyoaktif işaretleme ile üretilen fajları iki ayrı ortamda bakterilerle karıştırarak onları enfekte etmelerini sağlamışlardır. Her bir kültür ortamını santrifüj ederek bakterilerin test tübünün altına çökelmesini ve faj kısımlarının askıda kalmasını sağlamışlardır. Ardından çökelti ile çözeltideki radyoaktiviteyi ölçmüşlerdir. Ölçüm sonucunda çökeltide bulunan izotop hangisiyse onun hücre içine girdiği ve kalıtım materyali olduğu; çözelti içinde bulunanın ise hücre içine girmediği dolayısıyla kalıtım materyali olmadığı sonucunu çıkarmışlardır.

Deney sonucunda kalıtım materyalinin DNA olduğu kesinleştiğine göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi ölçüm sonucunu en iyi açıklar?

A. Kükürt izotopu ile işaretlenmiş olan virüslerin bakteriyi enfekte etmesi ve karışımın santrifüj edilmesinden sonra yalnızca çökelti radyoaktif olmuştur.

B. Kükürt izotopu ile işaretlenmiş olan virüslerin bakteriyi enfekte etmesi ve karışımın santrifüj edilmesinden sonra hem çökelti hem de çözelti radyoaktif olmuştur.

C. Fosfor izotopu ile işaretlenmiş olan virüslerin bakteriyi enfekte etmesi ve karışımın santrifüj edilmesinden sonra yalnızca çökelti radyoaktif olmuştur.

D. Fosfor izotopu ile işaretlenmiş olan virüslerin bakteriyi enfekte etmesi ve karışımın santrifüj edilmesinden sonra yalnızca çözelti radyoaktif olmuştur.

E. Fosfor izotopu ile işaretlenmiş olan virüslerin bakteriyi enfekte etmesi ve karışımın santrifüj edilmesinden sonra hem çözelti hem de çökelti radyoaktif olmuştur.

3. Bir DNA molekülünün yapısında bulunan nükleotidlerin 1/5'i oranında Guanin bulunmaktadır. Bu DNA molekülünde 500 Guanin bulunduğuna göre Adenin sayısı kaçtır?

A. 500
B. 550
C. 600
D. 700
E. 750

4. Genetik materyaller için;

I. Kopyalanabilir.
II. İfade edilebilir.
III. Mutasyona uğrayabilir.
IV. Bilgiyi depolayabilir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

A. Yalnız I
B. I ve IV
C. III ve IV
D. I, II ve III
E. I, II, III ve IV

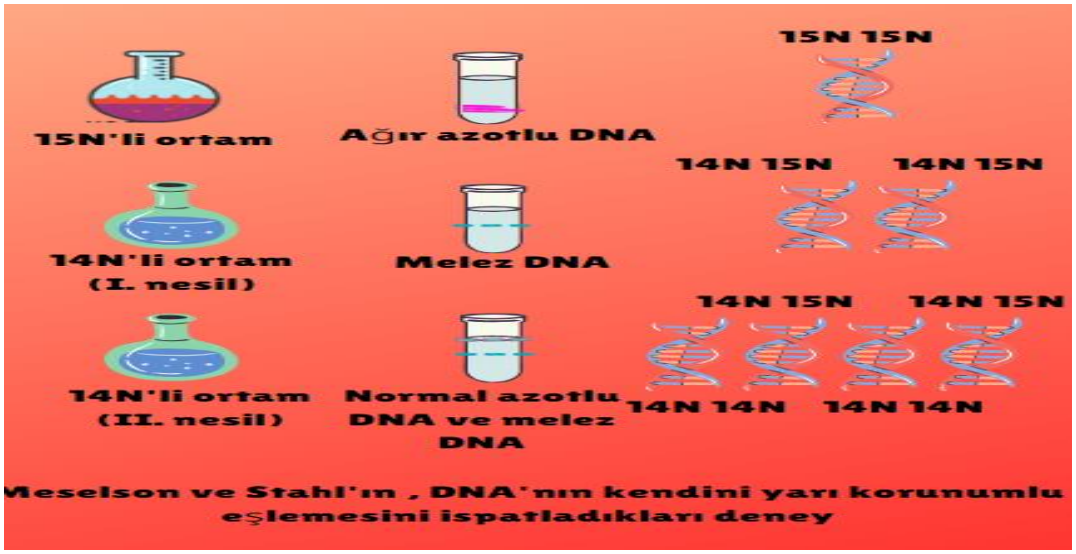
5. Genetik materyallerin küçükten büyüğe doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisidir?

A. Nükleotid< Kromozom< Gen < DNA
B. Nükleotid< Gen< DNA < Kromozom
C. Gen< Nükleotid< DNA < Kromozom
D. Gen< Nükleotid< Kromozom< DNA

E. Kromozom< Nükleotid< Gen< DNA

6.-7. Soruları aşağıda verilen bilgilere göre cevaplayınız.

Meselson ve Stahl DNA'nın kendini nasıl eşlediğini tespit etmek amacıyla aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi *E.coli* bakterilerini azotun ağır izotopu (15N) bulunan bir ortamda çoğaltmıştır. Daha sonra bu bakterileri azotun yalnızca hafif izotopunun (14N) bulunduğu ortama aktarmış ve bir kere çoğalttıktan sonra oluşan I.nesilden bir örnek almıştır. Ardından aynı ortamda bir kez daha çoğaltmış ve II.nesilden bir örnek daha almışlardır. Örnek aldığı bakterilerin DNA'larını çıkartıp santrifüj etmiş ve farklı yoğunluktaki DNA'ları birbirinden ayırt etmiştir. Bulgular şekil üzerinde gösterilmektedir.



Meselson ve Stahl deneylerini yapmadan önce aşağıdaki varsayımlarda bulunmuşlardır:

- Santrifüj sonrası bantlaşma I. Ve II nesilde hem alt hem üstte meydana gelirse '*Tam Korunumlu Replikasyon'* gerçekleşiyor demektir.
- Santrifüj sonrası bantlaşma birinci nesilde ortada, ikinci nesilde ise hem orta hem üstte meydana gelirse '*Yarı Korunumlu Replikasyon'* gerçekleşiyor demektir.
- Santrifüj sonrası bantlaşma her iki nesilde de orta kısımda meydana gelirse '*Dağılmalı Replikasyon'* gerçekleşiyor demektir.

Deney sonunda santrifüj sonrası bantlaşma I. Nesilde altta görüldüğü için tam korunumlu model olmadığı; II.nesilde hem orta hem de üst kısımda görüldüğü için de dağılımlı replikasyon modeline uymadığı ve dolayısıyla yarı korunumlu replikasyon gerçekleştiği sonucuna varmışlardır.

6. **Eğer Meselson ve Stahl bu deneyi en başta 14N içeren ortamda başlatıp, bakterileri orada üretip ardından 15N'li besi ortamına aktarsaydı sonuçlar nasıl olurdu?**

   A. I.nesil ortada, II.nesil ortada ve üstte bantlaşma gösterir.

   B. I.nesil ortada, II.nesil üstte bantlaşma gösterir.

   C. I.nesil altta, II nesil ortada ve altta bantlaşma gösterir.

   D. I.nesil üstte, II nesil ortada ve üstte bantlaşma gösterir.

   E. I.nesil ortada, II.nesil ortada ve altta bantlaşma gösterir.

7. **Meselson ve Stahl tarafından gerçekleştirilen deneyin olası sonuçları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

   A. Eğer birinci replikasyon sonucu iki bantlaşma tespit edilseydi ikinci bir replikasyona gerek kalmayacaktı.

   B. Eğer ilk replikasyon sonucu DNA'da iki bantlaşma tespit edilseydi DNA'nın tam korunumlu eşlendiği sonucu çıkardı.

   C. Eğer iki replikasyon yerine yalnızca bir replikasyon gerçekleştirilseydi DNA'nın kendini yarı korunumlu olarak eşlediği kanıtlanamazdı.

   D. Eğer ikinci replikasyonda DNA'da yalnızca orta kısmında bantlaşma görülseydi DNA'nın kendini dağılmalı eşlediği sonucu çıkardı.

   E. DNA'nın yarı korunumlu eşlendiğinin kanıtı ikinci replikasyon sonucunda tüpün orta ve alt kısmında bantlaşma görülmesidir.

8. Yeni bir faj türü izole edildi ve genomunu karakterize etmek bir genetik mühendisi olarak sizin sorumluluğunuz. Fajın baz temel bileşimini A (% 15), C (% 20), T (% 35) ve G (% 30) olarak tespit ettiniz. Virüsün genomu hakkında ne sonucuna varırsınız?

   A. Chargaff kuralına uymaz. Dolayısıyla faj mutasyon geçirmiş olabilir.

   B. Chargaff kuralına uymadığına göre deney ölçümlerinde bir hata olabilir.

   C. Faj çift zincirli bir DNA'ya sahip olabilir.

   D. Faj tek zincirli DNA'ya sahip olabilir.

   E. Faj tek zincirli RNA'ya sahip olabilir.

9. Bir eşey hücre döngüsünün G1 evresinde olan diploid yapılı bir hücrenin DNA içeriği ‘4x’ ise, aynı hücrenin sırasıyla mayoz I ve metafaz II evresindeki DNA içeriği aşağıdakilerden hangisi olacaktır?

A. 8x-4x

B. 4x-8x

C. 4x-4x

D. 8x-8x

E. 8x-2x

10. Mayozun ikinci evresinin mitoz ile benzerlik göstermesinin sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

A. Homolog kromozomlar tetratları oluşturur.

B. Kromozom sayısı yarıya iner.

C. Bölünme öncesinde DNA kendini eşler.

D. Metafazda homolog kromozomlar karşılıklı olarak ekvatoral düzlemde dizilir.

E. Anafazda kardeş kromatitler birbirinden ayrılır.

11. Bir laboratuvar ortamında bir bakteri T2 fajının protein kılıfı ve T6 fajının DNA’sına sahip bir fajla enfekte edilmiştir. Yeni oluşacak olan fajlar hangi DNA ve protein kılıfa sahip olur?

A. T2 proteini-T6 DNA’sı

B. T2 proteini-T2 DNA’sı

C. T6 proteini-T6 DNA’sı

D. T2 proteini-T6 DNA’sı

E. Her ikisinin de protein ve DNA karışımı

12. Genin şifresini;

I. Aminoasit çeşidi

II. Aminoasit sayısı

III. Aminoasit sırası

Hangisi ve ya hangileri belirlemektedir?

A. Yalnız I
B. Yalnız II
C. Yalnız III
D. I ve III
E. I, II ve III

13. Genetik şifrenin özellikleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A. Anlamlı zincirde gen başlangıç kodu TAC'dır.
B. 64 çeşit kodon vardır.
C. Bir amino asit yalnızca bir kodona sahip olabilir.
D. Bir kodon yalnızca bir amino asidi kodlayabilir.
E. Durdurma kodonlarının antikodon karşılığı yoktur.

14. DNA replikasyonu sırasında kullanılan bazı enzimlerin görevi aşağıdaki gibidir:

- DNA'nın çift ipliğini aralarında bulunan hidrojen bağlarını kırarak birbirinden ayırır.
- Açılan ipliğe karşılık gelen yeni ipliğe nükleotidleri takar.
- DNA'daki birbirinden kopuk kısımları yapıştırır.

Bu görevleri yerine getiren enzimler sırasıyla aşağıdakilerden hangileridir?

A. Polimeraz, Helikaz, Ligaz
B. Helikaz, Polimeraz, Ligaz
C. Ligaz, Polimeraz, Helikaz
D. Helikaz, Ligaz, Polimeraz
E. Ligaz, Helikaz, Polimeraz

15. Virüsler için;

I. Viral genomlar çift ya da tek sarmal DNA'dan oluşabilir.
II. Viral genomlar çift ya da tek sarmal RNA'dan oluşabilir.
III. Genom ve protein kılıftan(kapsit) oluşur.

IV. Konakçı hücre dışında kristal halde bulunur.

V. Parazit özellik gösterirler.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

A. I ve III

B. I, III ve IV

C. I, II, III ve V

D. I, III, IV ve V

E. Hepsi

16. Bakterilerde genetik rekombinasyon ve gen transferine sebep olan olaylar aşağıda tanımlanmıştır.

- Bakteri hücresinin dışarıda bulunan DNA'yı kendi bünyesine katarak DNA'sında değişiklik meydana gelmesi
- DNA'nın bir bakteriden diğer bakteriye faj tarafından taşınması
- İki bakteri arasında kurulan sitoplazmik köprü aracılığıyla gen aktarımı

Tanımlanan olayların ne olduğu sırasıyla aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A. Transformasyon, Transdüksiyon, Konjugasyon

B. Transdüksiyon, Transformasyon, Konjugasyon

C. Transformasyon, Konjugasyon, Transdüksiyon

D. Transdüksiyon, Konjugasyon, Transformasyon

E. Konjugasyon, Transformasyon, Transdüksiyon

17. Aşağıdakilerden hangisi konakçı hücrelerin yok olmasına yol açar?

A. Lizojenik döngü

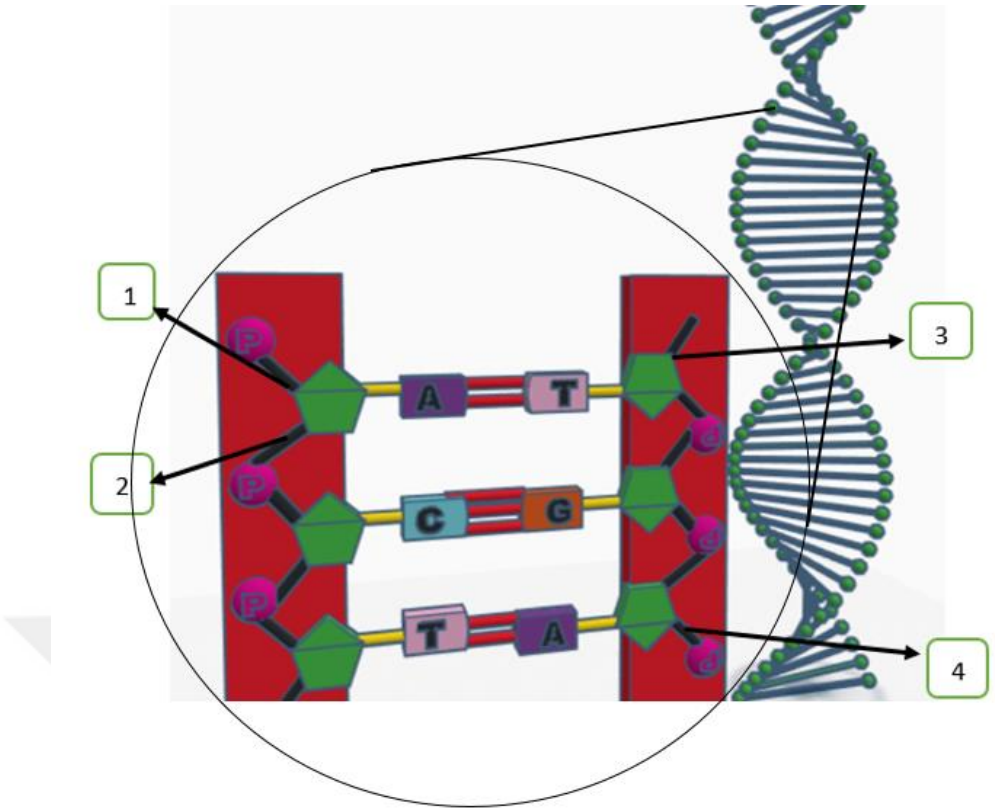
B. Litik döngü

C. Profaj

D. Ilıman faj

E. Transdüksiyon

18. Aşağıdaki görsel DNA'nın yapısını temsilen oluşturulmuştur.



DNA'nın yapısı ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A. Siyah renkli bağ fosfodiester bağını, sarı renkli bağlar glikozit bağını ve kırmızı renkli bağlar hidrojen bağlarını temsil eder.

B. Guanin ve sitozin arasındaki bağlar adenin ve timin arasındaki bağlardan daha kısadır.

C. Görselde 1 ile gösterilen 5.karbonu ve 2 ile gösterilen 3.karbonu temsil eder. Dolayısıyla onların üzerinde bulunduğu zincir 5'→3' yönündedir.

D. Görselde 3 ile gösterilen 5.karbonu ve 4 ile gösterilen yapı 3.karbonu temsil eder. Dolayısıyla onların üzerinde bulunduğu iplik 5'→3' yönündedir.

E. Guanin ve sitozin arasındaki bağlar, adenin ve timin arasında bulunan bağlardan daha zor koparılır.

19. I. Mutasyon

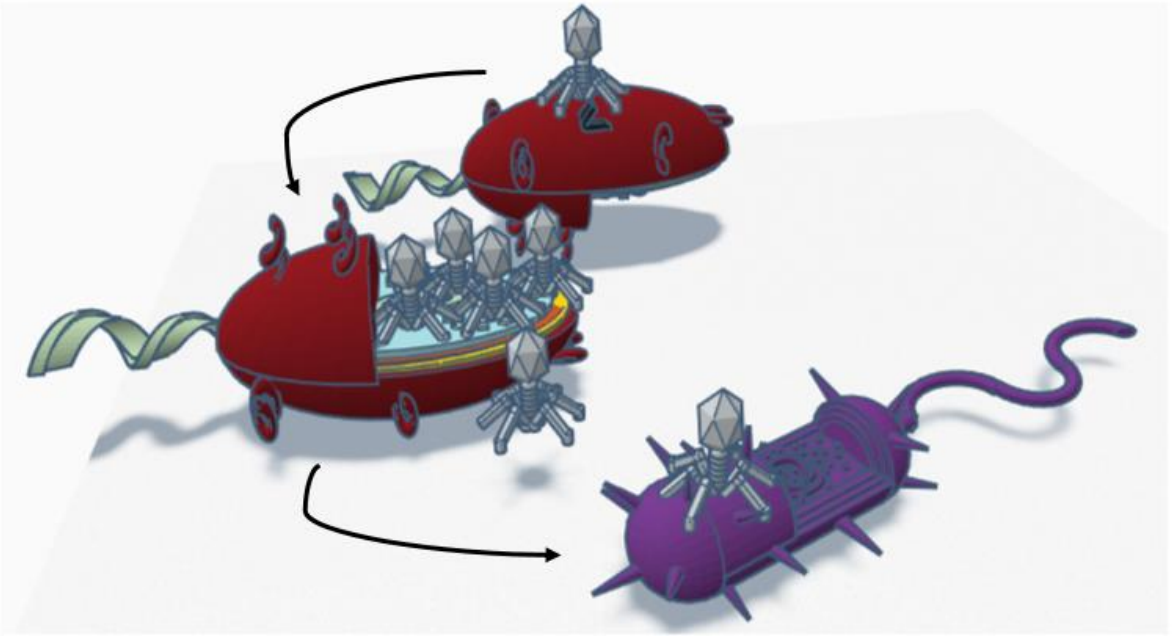
II. Döllenme

III. Rekombinasyon

IV. Konjugasyon

Yukarıda verilen olaylardan hangisi ve ya hangileri genetik çeşitliliğe katkı sağlar?

A. Yalnız II
B. I ve II
C. II ve IV
D. I, II ve IV
E. Hepsi



20. Yukarıdaki görselde temsil edilen olayla ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır? (Kırmızı ve mor çizimler bakterileri, gri çizimler virüsleri temsil etmektedir.)

A. Görsel transdüksiyonu temsil etmektedir.
B. Bir bakteriden başka bir bakteriye genetik materyal aktarılmıştır.
C. Bakteri litik ve ya lizogenik döngüye girebilir.
D. Bakteriyofaj bakteriye genomunu aktarır ve kendi enzimlerini kullanarak kendini bakteride çoğaltır.
E. Antibiyotiğe karşı direnç bu yolla yayılabilir.

Mutasyon ıslahı; bir canlı türünün yalnızca bir ve ya birkaç özelliğinin mutajenler kullanılarak değiştirilmesidir.

21. Yukarıdaki tanıma göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A. Genetik varyasyonun arttırılmasına yardımcı olur.

B. Ürün çeşitliliğinin, veriminin, kalitesinin ve dayanıklılığının arttırılması amacıyla başvurulabilen bir yöntem olabilir.

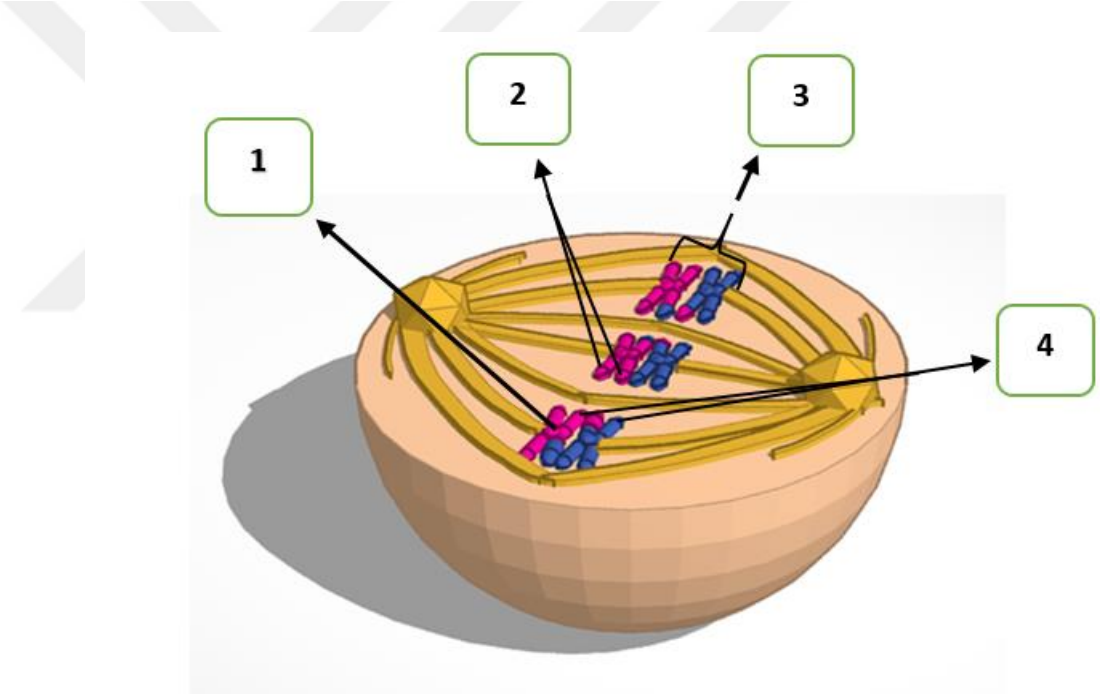
C. Mutasyon spontan gerçekleşir.

D. Örnek olarak tarımda tohumları ölümcül olmayan radyasyona maruz bırakarak yeni ürün çeşitleri yaratılabilir.

E. Her yapılan mutasyon ıslahı denemesi olumlu sonuç vermeyebilir.

22.-24. Soruları aşağıdaki görsele göre cevaplayınız.

Bir açıdan görüntüsü verilen aşağıdaki görsel, mayoz bölünme geçiren bir hücreyi temsilen oluşturulmuştur.



22. Resimdeki numaralandırılmış yapıların isimleri sırasıyla aşağıdakilerden hangisidir?

A. Kinetekor, kardeş kromatitler, homolog çiftler, kardeş olmayan kromatidler

B. Homolog çiftler, kardeş kromatitler, kardeş olmayan kromatitler, kinetekor

C. Kinetekor, kardeş olmayan kromatitler, homolog çiftler, kardeş kromatitler

D. Kinetekor, homolog çiftler, kardeş olmayan kromatitler, kardeş kromatitler

E. Kinetekor, kardeş olmayan kromatitler, homolog çiftler, kardeş kromatitler

23. Resimdeki hücrenin kromozom sayısı aşağıdakiler hangisidir?

A. 2n=3

B. 2n=6

C. n=3

D. n=6

E. 3n=2

24. Resmimde yer alan bölünmekte olan hücre mayozun hangi evresindedir?

A. Metafaz I

B. Anafaz I

C. Metafaz II

D. Anafaz II

E. Profaz I

25. Ökaryotik DNA ile prokaryotik DNA için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A. DNA ökaryot canlılarda çekirdekte bulunurken prokaryot canlılarda sitoplazmada nükleoit denen bölgede bulunur.

B. Prokaryot canlılarda DNA replikasyon hızı ökaryot canlılara göre daha yüksektir.

C. Prokaryotik DNA doğrusal yapı gösterirken ökaryotik DNA halkasal yapı gösterir.

D. Ökaryotik DNA ekson ve intron bölgelerinden oluşurken prokaryotik DNA intron bölgelerinden yoksundur.

E. Prokaryotik DNA ökaryotik DNA'ya göre boyut olarak daha kısadır.

26. Mutasyona uğramış bir *E. coli* hücresi, DNA replikasyonunu gerçekleştirir ve tamamlar, ancak gecikmeli(kesintili) zincirin normalden daha fazla hata içerdiği bulunmuştur. Bu hatalar, geride kalan şeritlerde eşit olarak dağılmış şekilde değil kümeler halinde bulunur. Bu hücrede hangi enzimatik aktivite eksiktir?

A. pol III'ün 3 '→ 5' eksonükleaz aktivitesi(hata tamiri)

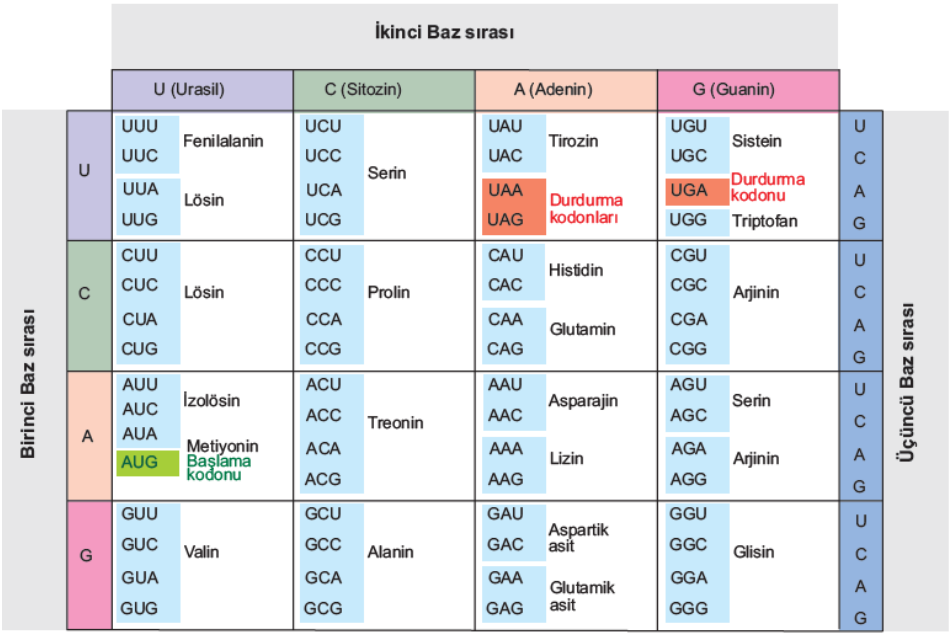
B. pol III'ün 5 '→ 3' eksonükleaz aktivitesi(hata tamiri)

C. pol I'in 3 '→ 5' eksonükleaz aktivitesi(hata tamiri)

D. pol I'in 5 '→ 3' eksonükleaz aktivitesi(hata tamiri)

E. helikaz'ın 5'→ 3' eksonükleaz aktivitesi(hata tamiri)

27.-28. Soruyu aşağıda yer alan ifadeye göre yanıtlayınız.



Kalıp zinciri 3'-TACACGTTGCGAATC-5' olan bir gen dizisi mutasyona uğrayarak 3'-TACACGTTGCGGATC-5' şeklinde değişmiştir.

27. Hem normal hem de mutant gen dizisi için meydana gelen mRNA aşağıdakilerden hangisidir?

A. Normal: 5'-AUGUGCAACGCUUAG-3'
Mutant: 5'-AUGUGCAACGCCUAG-3'

B. Normal: 5'-UACUCGUUGCGAAUC-3'
Mutant: 5'-UACUCGUUGCGAAUC-3'

C. Normal: 5'-AUCUGCAACGCUUAG-3'
Mutant: 5'-AUCUGCAACGCUUAG-3'

D. Normal: 5'-AUGUGGAACGCUUAG-3'
Mutant: 5'-AUGUGCAACGCCUAG-3'

E. Normal: 5'-AUGUGCACCGCUUAG-3'
Mutant: 5'-AUGUGCAACGCCUAG-3'

Kalıp zinciri 3'-TACACGTTGCGAATC-5' olan bir gen dizisi mutasyona uğrayarak 3'-TACACGTTGCGGATC-5' şeklinde değişmiştir.

28. Hem normal hem de mutant gen dizisine karşılık gelen amino asit dizisi ve meydana gelen mutasyonun etkisi aşağıdakilerden hangisidir?

A. Normal: Metiyonin-Sistein-Asparajin-Alanin-Dur
Mutant: Metiyonin-Sistein-Asparajin-Alanin-Dur

Mutasyonun etkisi olmamıştır. (sessiz mutasyon)

B. Normal: Tirozin- Sistein- Asparajin- Alanin-Dur
Mutant: Tirozin- Sistein- Asparajin- Alanin-Dur
Mutasyonun etkisi olmamıştır. (sessiz mutasyon)

C. Normal: Metiyonin- Sistein- Tireonin-Alanin-Dur
Mutant: Metiyonin- Sistein- Tireonin-Alanin-Dur
Mutasyonun etkisi olmamıştır. (sessiz mutasyon)

D. Normal: Metiyonin- Triptofan- Asparajin- Alanin- Dur
Mutant: Metiyonin- Sistein- Asparajin- Alanin- Dur
Farklı bir protein oluşmasına sebep olmuştur.(yanlış anlam mutasyon)

E. Normal: Tirozin-Serin- Lösin- Arjinin- İzolösin
Mutant: Tirozin-Serin- Lösin- Arjinin- İzolösin
Mutasyonun etkisi olmamıştır. (sessiz mutasyon)

29. RNA ve DNA için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A. Timin DNA'ya, urasil RNA'ya özgüdür.

B. DNA çift zincirli, RNA tek zincirli yapı gösterir.

C. DNA, RNA sentezinden sorumludur.

D. DNA'nın yapısında bulunan deoksiriboz şekeri, RNA'nın yapısında bulunan riboz şekerinin yapısından bir oksijen molekülü fazla olmasıyla farklılık göstermektedir.

E. İkisi de azotlu organik baz, beş karbonlu şeker ve fosforik asitten oluşan nükleotidlerden oluşmaktadır.

30. Mutasyona uğramış bir *E. coli* hücresi, normal olarak işlev görmeyen ancak hücrenin hayatta kalmasına izin veren hafifçe değişmiş bir RNA polimeraz içermektedir. Hangi problemin bu değiştirilmiş RNA polimerazının sonucu olması olası değildir?

A. Bazı genler normalden daha sık kopyalanabilir.

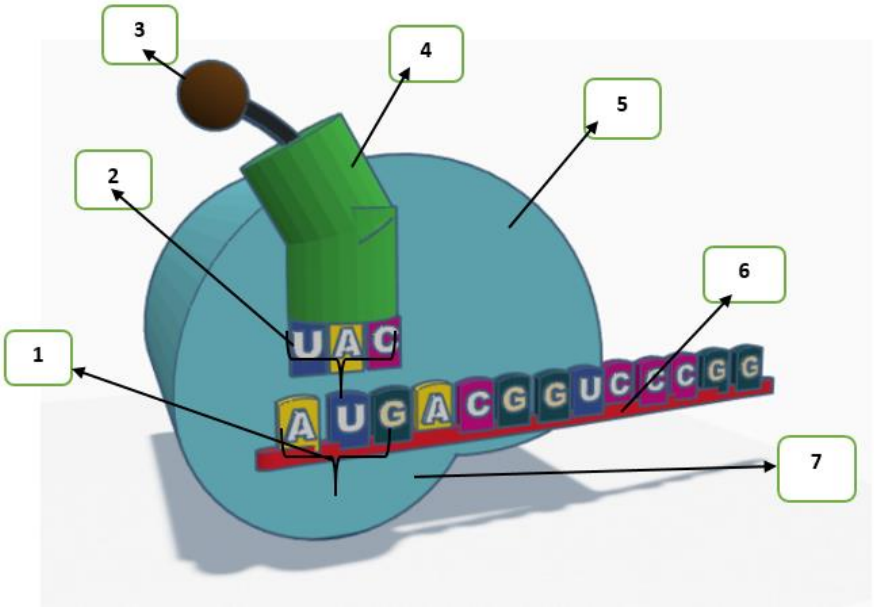
B. Bazı mRNA molekülleri normalden daha uzun olabilir.

C. Kalıp olmayan (anlamlı) zincir, bazı genlerde kopyalanabilir.

D. Yanlış bazlara sahip artan sayıda mRNA molekülü olabilir.

E. Yanlış bazlara sahip azalan sayıda mRNA molekülü olabilir.

Aşağıdaki görsel protein sentezini temsilen oluşturulmuştur.



31. Görseldeki numaralandırılmış yapıların isimlendirmesi aşağıdaki seçeneklerden hangisinde sırasıyla doğru şekilde verilmiştir?

A. Antikodon, başlatma kodonu, protein, mRNA, büyük alt birim, tRNA, küçük alt birim

B. Antikodon, başlatma kodonu, tRNA, protein, küçük alt birim, mRNA, büyük alt birim

C. Başlatma kodonu, antikodon, tRNA, mRNA, büyük alt birim, protein, küçük alt birim

D. Başlatma kodonu, antikodon, protein, tRNA, büyük alt birim, mRNA, küçük alt birim

E. Başlatma kodonu, antikodon, protein, mRNA, büyük alt birim, tRNA, küçük alt birim

32. Litik ve lizogenik döngüye ait verilen özelliklerden aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A. Lizogenik döngü içinde olan bir virüs konak hücrede yeni bir özellik oluşturabilir.

B. Ilıman faj olarak adlandırılan virüsler hem litik hem lizogenik döngüye girebilir.

C. Litik döngü konakçı hücrenin ölmesine sebep olur.

D. Lizogenik döngü konakçı hücrenin ölümüne sebep olur.

E. Litik döngü ile çoğalan virüsler hastalık yapıcı virüslerdir.

33. Mutasyonlarla ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A. Kromozom sayılarındaki değişimden kaynaklanan öploidi kromozom takımı değişikliğinden kaynaklanırken anöploidi kromozom sayısında artış ve ya azalıştan kaynaklanmaktadır.

B. Mayoz bölünme sırasında ayrılmama olayı sonucunda görülebilir.

C. Duplikasyon sonucu kromozom üzerinde bir parçanın tekrar ettiği görülür.

D. İnversiyon sonucu kromozomun bir parçasında eksilme meydana gelir.

E. Translokasyon sonucu homolog olmayan kromozomlar arasında karşılıklı değişim meydana gelir.

34. DNA rekombinasyonu ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A. Krosing over buna bir örnektir.

B. İki kromozom arasında genetik değiş tokuş olayıdır.

C. İki kardeş kromatit arasında meydana gelir.

D. Gen dönüşümü meydana gelebilir.

E. Heterodubleks yapı oluşumu sırasında hatalı baz eşleşmesi meydana gelebilir.

35. DNA ve RNA için aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A. DNA antiparalel çift sarmal yapı gösterirken RNA tek iplikli sarmal yapı gösterir.

B. Bazı viral genomlar tek sarmal DNA'dan bazıları çift sarmal RNA'dan meydana gelebilir.

C. DNA ve RNA genetik bilgiyi saklarlar.

D. DNA ve RNA yapısında yüksek miktarda fosfor bulundurur.

E. DNA kendini kopyalayarak eşleyebilirken RNA, DNA'nın bir ipliğinden sentezlenir.

GBT CEVAP ANAHTARI

1	**A**
2	**C**
3	**E**
4	**E**
5	**B**
6	**E**
7	**E**
8	**D**
9	**A**
10	**E**
11	**C**
12	**E**
13	**C**
14	**B**
15	**E**
16	**A**
17	**B**
18	**D**
19	**E**
20	**D**

21	**C**
22	**A**
23	**B**
24	**A**
25	**C**
26	**C**
27	**A**
28	**A**
29	**D**
30	**C**
31	**D**
32	**D**
33	**D**
34	**C**
35	**C**

EK 5. Görüşme Formu

EK 5.1. Ters Yüz Sınıf Modeli Çerçevesinde Tinkercad Kullanılarak Gerçekleştirilen Biyoloji 3 Dersine İlişkin Görüşme Protokolü

TERS YÜZ SINIF MODELİ ÇERÇEVESİNDE TİNKERCAD KULLANILARAK GERÇEKLEŞTİRİLEN BİYOLOJİ 3 DERSİNE İLİŞKİN GÖRÜŞME PROTOKOLÜ

1. Kendinizi tanıtır mısınız?

Ters Yüz Sınıf Sınıf-dışı Süreç

2. Evde, Edmodo aracılığıyla araştırmacının sizinle paylaştığı ders içeriklerini kullanmanızın konuyu öğrenmenize etkisi nasıl oldu?
3. Sınıf dışında paylaşılan quizler vb. hakkında ne düşünüyorsunuz? Örneklerle açıklayınız.

Sonda:

-Paylaşılanlar, süre ve içerik açısından beklentinizi karşıladı mı?

-Size verilen çalışma materyalleri dışında ek bir materyale ihtiyacınız oldu mu?

4. Sınıf-dışında yapılan uygulamalar derse karşı tutumunuzu nasıl etkiledi?
5. Sınıf-dışı uygulamaları sırasında karşılaştığınız güçlükler veya kolaylıklar nelerdir?
6. Bu model bireysel öğrenmenizi nasıl etkiledi? Bireysel öğrenme sürecinde sıkıntılar yaşadınız mı?
7. Ters yüz sınıf modeliyle işlediğiniz dersler ile önceden/geleneksel yönteme göre işlediğiniz dersler arasında benzerlik ve farklılıklar nelerdir?

Sonda:

- Geleneksel yöntemde biyoloji dersine ne kadar vakit ayırıyorsunuz?

Ters Yüz Sınıf Sınıf-içi/Yüz yüze Süreç ve Modelleme

8. Uygulama sürecinde sınıf içinde ders başında tartışma yapılmasına ilişkin düşünceleriniz nedir?
9. Sınıf dışında konuyu öğrenip sınıf içinde aynı konuya dair modelleme etkinlikleri yapmanızla ilgili düşünceleriniz nedir?
10. Genetik konularının öğrenilmesinde Tinkercad'de yapılan 3D modellerin güçlü yönlerine ilişkin görüşleriniz nedir?
11. Genetik konularının öğrenilmesinde Tinkercad'de yapılan 3D modellerin sınırlı yönlerine ilişkin görüşleriniz nedir?

12. Tinkercad 3D modelleme programı hakkındaki görüşleriniz nedir?

13. Tinkercad 3D modelleme programını kullanmanın size faydaları nedir?

14. Tinkercad 3D modelleme programını başka bir dersinizde veya gündelik hayatınızda kullanmayı düşünüyor musunuz?

15. Biyoloji dersinde modelleme etkinliklerinin kullanımının sağlayacağı zorluklar ve kolaylıklar neler olabilir?

Ters Yüz Sınıf Modeli Genel Süreci ve Modelleme

16. Ters yüz sınıf modeli ile derslerin işlenmesi sizin diğer arkadaşlarınız ve öğretmeniniz ile olan iletişiminizi nasıl etkiledi?

17. Bu model derse karşı olan sorumluluğunuzu nasıl etkiledi?

18. Bu modelde en çok sevdiğiniz ve en çok sevmediğiniz şey ne oldu?

19. Sizce bu modelin avantaj ve dezavantajları nelerdir?

20. Geçmişe dönme şansınız olsaydı, bu çalışmaya tekrar katılım göstermek ister miydiniz? Yine aynı grupta mı yoksa diğer grupta mı olmak isterdiniz? Açıklayınız.

21. Ters yüz sınıf modelinin başka derslerde kullanılmasını da ister misiniz?

22. Modelleme etkinliklerinin başka derslerde kullanılmasını da ister misiniz?

23. Ters yüz sınıf modeli çerçevesinde gerçekleştirilen Biyoloji 3 dersinde 3D modelleme etkinlikleri sizin biyoloji başarınızı nasıl etkiledi?

Sonda:

-Size en zor gelen veya en kolay gelen konular hangileriydi?

-Konuları öğrenmenizde en etkili olduğunu düşündüğünüz etkinlik hangisiydi? Neden?

-Bu süreçte öğrendiklerinizin kalıcılığı konusundaki düşünceleriniz nedir?

-Geleneksel modele göre bu dersi almış olsaydınız biyoloji başarınız nasıl değişirdi?

24. Uzamsal yetenek hakkında ne düşünüyorsunuz? Uzamsal yeteneğinizi ölçen testte sizi en çok zorlayan ve size en kolay gelen şeyler ne oldu? Uygulama süreci sonunda bunlarda herhangi bir farklılık oldu mu?

Sonda:

-Açılımlar, döndürme, görünümler bölümleri vb. açısından

25. Ters yüz sınıf modeli çerçevesinde gerçekleştirilen Biyoloji 3 dersinde 3D modelleme etkinlikleri sizin uzamsal yeteneğinizi nasıl etkiledi? Günlük yaşantınıza da bir etkisi oldu mu? Örnek vererek açıklayınız.

Sonda:

-3D modeller yaparken başlangıca göre ilerleyen zamanlarda model oluşturma becerinizde bir farklılık olduğunu düşünüyor musunuz?

-Zaman, estetik görünüm, 3D hayal edip uygulama, yaratıcılık vb. açısından

-Oluşan farklılığın sebepleri ne olabilir?

26. Genel olarak bu sürecin size olan katkıları nelerdir?

27. Genel işleyiş ve süreç hakkında eklemek istediğiniz başka bir şey var mı?

EK 5.2. Ters Yüz Sınıf Modeli Çerçevesinde Somut Materyal Kullanılarak Gerçekleştirilen Biyoloji 3 Dersine İlişkin Görüşme Protokolü

TERS YÜZ SINIF MODELİ ÇERÇEVESİNDE SOMUT MATERYAL KULLANILARAK GERÇEKLEŞTİRİLEN BİYOLOJİ 3 DERSİNE İLİŞKİN GÖRÜŞME PROTOKOLÜ

1. Kendinizi tanıtır mısınız?

Ters Yüz Sınıf Sınıf-dışı Süreç

2. Evde, Edmodo aracılığıyla araştırmacının sizinle paylaştığı ders içeriklerini kullanmanızın konuyu öğrenmenize etkisi nasıl oldu?

3. Sınıf dışında paylaşılan quizler vb. hakkında ne düşünüyorsunuz? Örneklerle açıklayınız.

Sonda:

-Paylaşılanlar, süre ve içerik açısından beklentinizi karşıladı mı?

-Size verilen çalışma materyalleri dışında ek bir materyale ihtiyacınız oldu mu?

4. Sınıf-dışında yapılan uygulamalar derse karşı tutumunuzu nasıl etkiledi?

5. Sınıf-dışı uygulamaları sırasında karşılaştığınız güçlükler veya kolaylıklar nelerdir?

6. Bu model bireysel öğrenmenizi nasıl etkiledi? Bireysel öğrenme sürecinde sıkıntılar yaşadınız mı?

7. Ters yüz sınıf modeliyle işlediğiniz dersler ile önceden/geleneksel yönteme göre işlediğiniz dersler arasında benzerlik ve farklılıklar nelerdir?

Sonda:

- Geleneksel yöntemde biyoloji dersine ne kadar vakit ayırıyorsunuz?

Ters Yüz Sınıf Sınıf-içi/Yüz yüze Süreç ve Modelleme

8. Uygulama sürecinde sınıf içinde ders başında tartışma yapılmasına ilişkin düşünceleriniz nedir?

9. Sınıf dışında konuyu öğrenip sınıf içinde aynı konuya dair modelleme etkinlikleri yapmanızla ilgili düşünceleriniz nedir?

10. Genetik konularının öğrenilmesinde somut materyaller kullanılarak yapılan modellemelerin güçlü yönlerine ilişkin görüşleriniz nedir?

11. Genetik konularının öğrenilmesinde somut materyaller kullanılarak yapılan modellemelerin sınırlı yönlerine ilişkin görüşleriniz nedir?

12. Somut modelleme hakkında ne düşünüyorsunuz?

13. Biyoloji dersinde modelleme etkinliklerinin kullanımının sağlayacağı zorluklar ve kolaylıklar neler olabilir?

Ters Yüz Sınıf Modeli Genel Süreci ve Modelleme

14. Ters yüz sınıf modeli ile derslerin işlenmesi sizin diğer arkadaşlarınız ve öğretmeniniz ile olan iletişiminizi nasıl etkiledi?

15. Bu model derse karşı olan sorumluluğunuzu nasıl etkiledi?

16. Bu modelde en çok sevdiğiniz ve en çok sevmediğiniz şey ne oldu?

17. Sizce bu modelin avantaj ve dezavantajları nelerdir?

18. Geçmişe dönme şansınız olsaydı, bu çalışmaya tekrar katılım göstermek ister miydiniz? Yine aynı grupta mı yoksa diğer grupta mı olmak isterdiniz? Açıklayınız.

19. Ters yüz sınıf modelinin başka derslerde kullanılmasını da ister misiniz?

20. Modelleme etkinliklerinin başka derslerde kullanılmasını da ister misiniz?

21. Ters yüz sınıf modeli çerçevesinde gerçekleştirilen Biyoloji 3 dersinde 3D modelleme etkinlikleri sizin biyoloji başarınızı nasıl etkiledi?

Sonda:

-Size en zor gelen veya en kolay gelen konular hangileriydi?

-Konuları öğrenmenizde en etkili olduğunu düşündüğünüz etkinlik hangisiydi? Neden?

-Bu süreçte öğrendiklerinizin kalıcılığı konusundaki düşünceleriniz nedir?

-Geleneksel modele göre bu dersi almış olsaydınız biyoloji başarınız nasıl değişirdi?

22. Uzamsal yetenek hakkında ne düşünüyorsunuz? Uzamsal yeteneğinizi ölçen testte sizi en çok zorlayan ve size en kolay gelen şeyler ne oldu? Uygulama süreci sonunda bunlarda herhangi bir farklılık oldu mu?

Sonda:

-Açılımlar, döndürme, görünümler bölümleri vb. açısından

23. Ters yüz sınıf modeli çerçevesinde gerçekleştirilen Biyoloji 3 dersinde 3D modelleme etkinlikleri sizin uzamsal yeteneğinizi nasıl etkiledi? Günlük yaşantınıza da bir etkisi oldu mu? Örnek vererek açıklayınız.

Sonda:

-3D modeller yaparken başlangıca göre ilerleyen zamanlarda model oluşturma becerinizde bir farklılık olduğunu düşünüyor musunuz?

-Zaman, estetik görünüm, 3D hayal edip uygulama, yaratıcılık vb. açısından

-Oluşan farklılığın sebepleri ne olabilir?

24. Genel olarak bu sürecin size olan katkıları nelerdir?

25. Genel işleyiş ve süreç hakkında eklemek istediğiniz başka bir şey var mı?

EK 6. Tinkercad ile 3D modelleme Kitapçığı

FATMA KARAİSMAİLOĞLU

TİNKERCAD İLE 3D MODELLEME

Uygulama Kitapçığı

FATMA KARAİSMAİLOĞLU

İçindekiler

Öğrenme Çıktıları

Tinkercad'e giriş adımları

Tinkercad Arayüz Tanıtımı **1**

Tinkercad ekranında nasıl gezinilir? **2**

Çalışma düzlemine nesne nasıl eklenir? **2**

Nesneler nasıl taşınır, ölçeklendirilir/boyutlandırılır ve çoğaltılır? **2**

Cetvel niçin ve nasıl kullanılır? **5**

Izgarayı düzenleme **6**

Çalışma düzlemini değiştirme **7**

Peki ya çalışma düzlemini kullanmak zorunda mıydık? 7

Kıvrımlı boru tasarımı **14**

Çift kulplu çorba kasesi yapımı ile nesnelerle nasıl çalışılır? **16**

Peki ya çorba kasesindeki deliği en başta oluşturseydık? 19

Peki ya halka şeklinde değil de geometrik bir kulp kullanacak olsak farklı bir yol izleyebilir miyiz? 20

Şimdi de örnek sütun tasarımları yapalım! **23**

Sütun Tasarımı 1 23

Sütun Tasarımı 2 25

Nesnelere şekil veya yazı ekleme **28**

2D görüntüler nasıl 3D görüntülere çevrilir?.....36

Şekil oluşturucular nedir ve nasıl kullanılır?.....36

Tinkercad 3D Modelleme Programı ile 3D Tasarım

Öğrenme Çıktıları

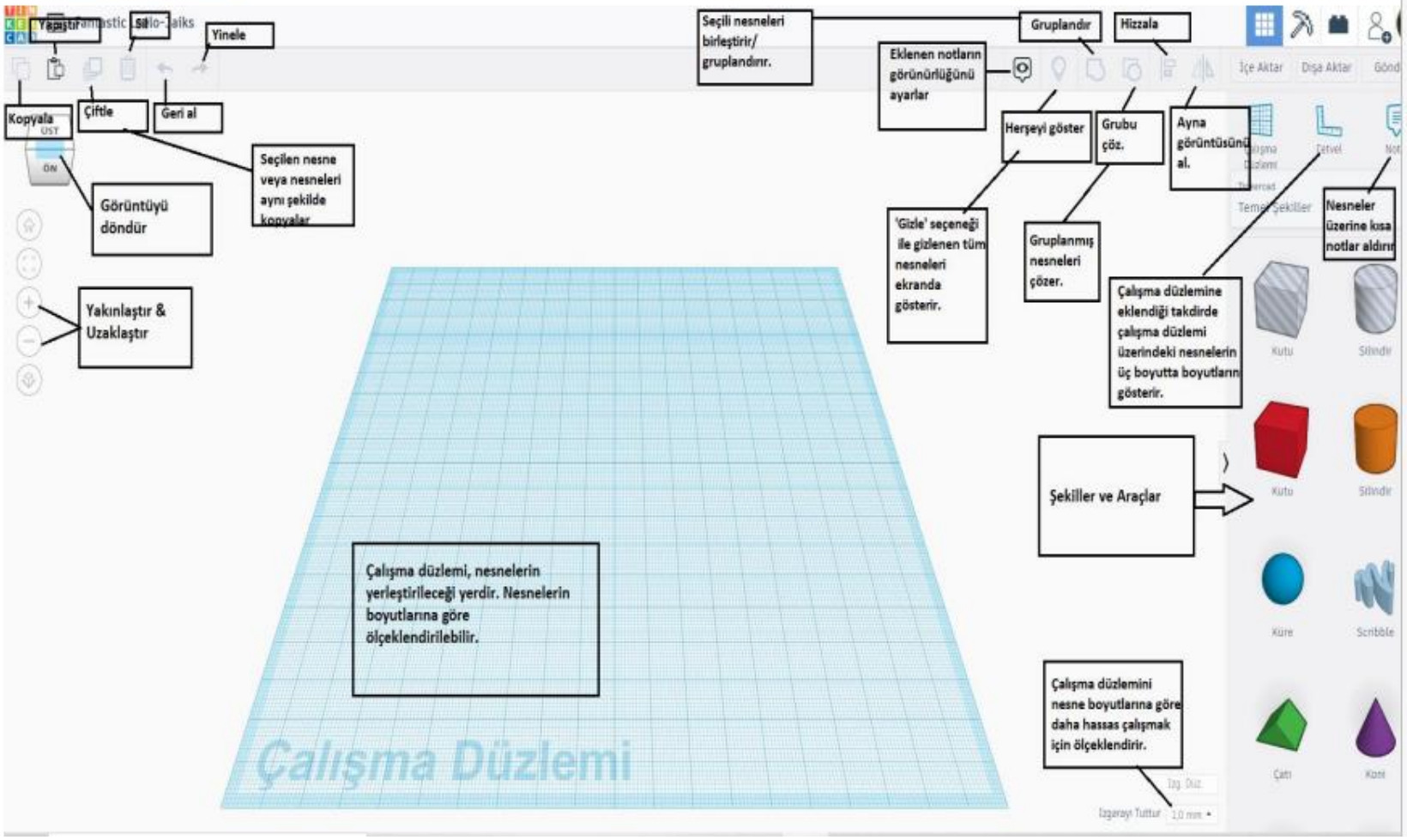
Öğrenciler eğitim sonrası şunları yapabilecektir:

- Çalışma düzlemini anlama
- Nesneleri çalışma düzlemine ekleyerek onları farklı şekilde görüntüleme
- Nesneleri taşıma ve ölçekleme/boyutlandırma
- Cetveli kullanma
- Çalışma düzleminin boyutunu değiştirme
- Nesneleri kopyalama
- Ölçümleri kullanarak tasarım oluşturma
- İçi boş nesneler oluşturma – delik
- Nesneleri döndürme
- Nesneleri hizalama
- Nesneleri çevirme
- Nesneleri gruplama / grubunu çözme
- Nesneleri gizleme / gösterme
- Çalışma düzlemini değiştirme
- Nesneler üzerine şekil veya metin, rakam ekleme
- 2D görüntüleri 3D nesnelere dönüştürme
- Şekil oluşturucuları/Shape Generator kullanma
- Farklı nesneler oluşturmak için şekil oluşturucuların farklı özelliklerini özelleştirme

Tinkercad'e giriş adımları

1. https://www.tinkercad.com/**joinclass** adresine gidin
2. Sınıf kodunuzu girin: **INZ7T2ZKL83Q**
3. Öğretmeninizin size atadığı **Takma Adı** girin.

Tinkercad Arayüz Tanıtımı



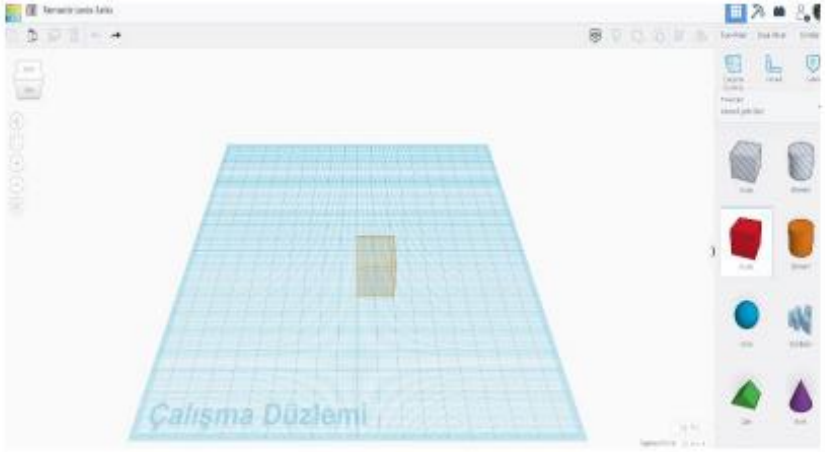
Tinkercad ekranında nasıl gezinilir?

Ekranı çevirmek için: Mouse/Farenin sağ tuşuna basılı tutarak hareket ettirin.

Yakınlaştırmak veya uzaklaştırmak için: Farenin sağ ve sol tuşu arasında bulunan scroll-tekerlek çevrilir. (Bunun için arayüzün sol üst köşesinde bulunan küpten de yararlanılabilir.)

Çalışma düzlemine nesne nasıl eklenir?

Eklemek istediğiniz şekle tıklayın ve onu çalışma düzlemine doğru sürükleyin.

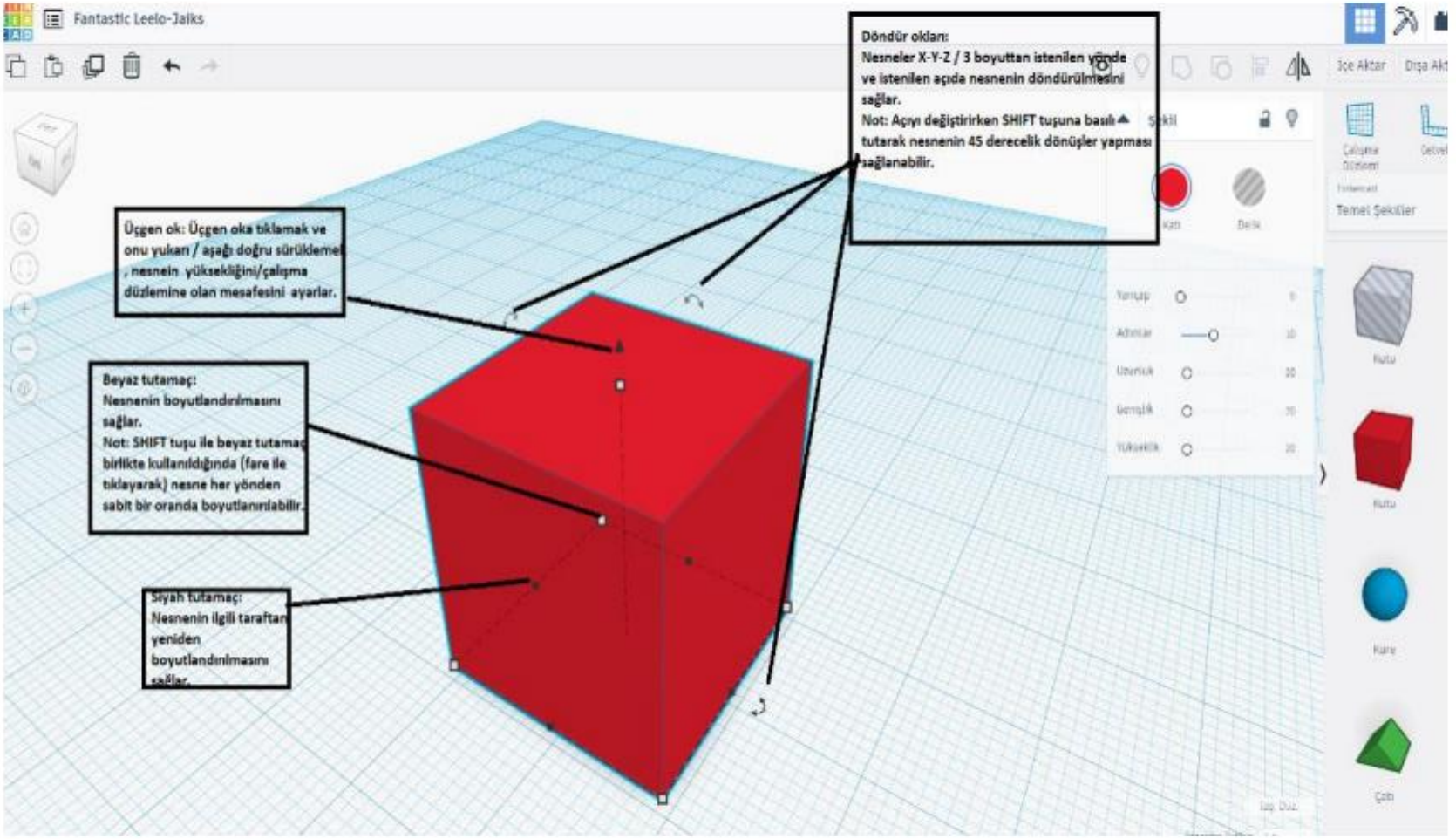


Nesne ekleme

Nesneler nasıl taşınır, ölçeklendirilir/boyutlandırılır ve çoğaltılır?

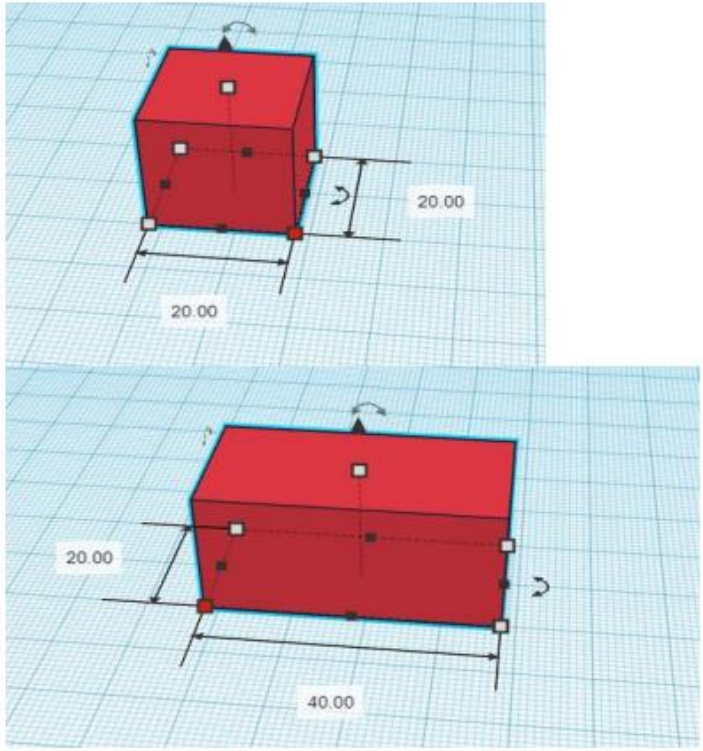
Bir nesneyi taşımak ve ölçeklendirmek, onu nerde konumlanmasını istiyorsanız oraya taşımanıza ve çalışma düzleminde yeniden şekillendirmeye, yeniden boyutlandırmaya yardımcı olur. Nesne, seçilip istenilen konuma sürüklenerek taşınabilir. Sürüklemek yerine klavyede bulunan yön tuşları ile seçilen nesne istenilen konuma taşınabilir.

Çalışma düzlemine bir nesne eklediğinizde, nesne/şekil seçili haldeyken, çevresinde oklar, siyah ve beyaz kare tutamaçlar görürsünüz. Bunlar, nesneyi döndürmek ve yeniden boyutlandırmak için kullanılır.



Boyutlandırma ve döndürme

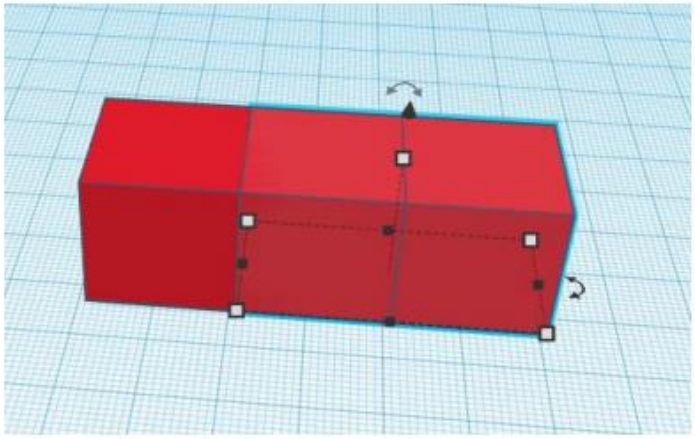
Temel şekiller bölmesinden tıklanıp sürüklenerek çalışma düzlemine alınan şekiller boyutlandırılırken siyah ve beyaz tutamaçlar kullanıldığı gibi beyaz tutamaçlara tıklanıp yanında bulunan metin kutusunda yazılı olan boyutu silip istediğiniz değerleri verebilirsiniz.



Nesneleri boyutlandırma

Nesneleri çoğaltmak için çoğaltılmak istenen nesne veya nesneler seçilir, ardından:

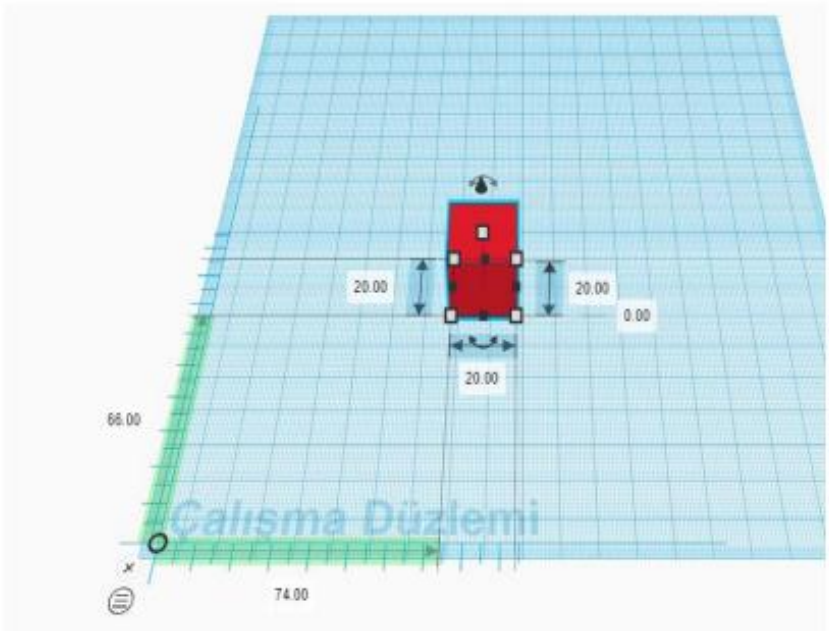
- Sol üst köşede bulunan kopyala ve yapıştır simgelerine tıklanabilir.
- Sol üst köşede bulunan çoğalt ve tekrarla simgelerine tıklanabilir. Bu durumda kopyalanan şekil ile kopyası üst üste bulunur. Eğer kopyalanan şekil üzerinde farklı bir oynama yapılarak çoğaltıldıysa kopyaları da örüntü oluşturacak şekilde oluşur.
- CTRL+C ve CTRL+V tuşlarına art arda basılabilir. Bu durumda kopya olan şekil ile kopyalanan şekilden ayrı bir şekilde çalışma düzleminde belirir.
- CTRL+D tuşlarına basılabilir. Bu durumda kopyalanan şekil ile kopyası üst üste bulunur.

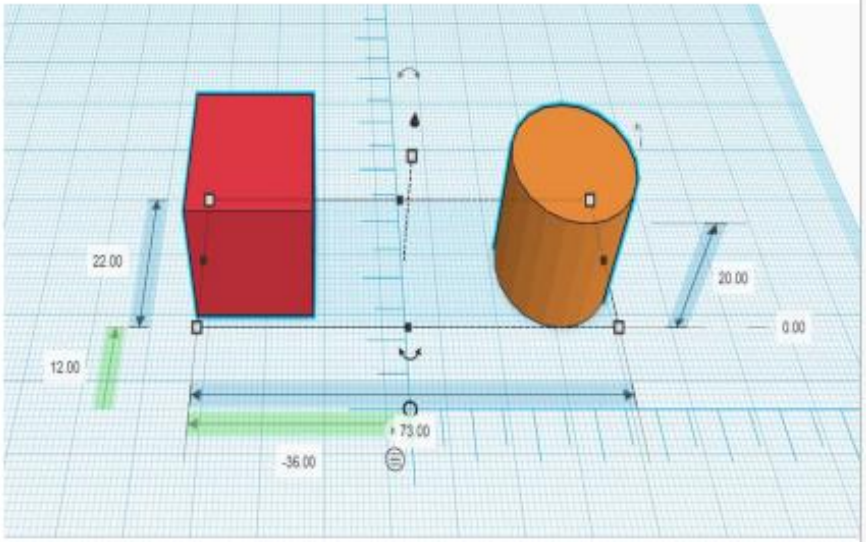


CTRL+C + CTRL+V tuşlarına basılarak yapılan çoğaltma sonucunda oluşan görüntü

Cetvel niçin ve nasıl kullanılır?

Cetvel aracı, Tinkercad arayüzünün sağ tarafında çalışma düzleminin yanında bulunmaktadır. Nesnelerin farklı boyutlarının ve aralarındaki mesafelerin ölçülmesini sağlar. Cetveli kullanmak için; çalışma düzlemine bir nesne sürükleyin. Ardından cetveli bulunduğu yerden çalışma düzlemine sürükleyin, istediğiniz yerde konumlandırın. Konumlandırdığınız yere göre cetvel pozitif veya negatif değerler gösterecektir. Kolaylık olması açısından cetveli aşağıdaki görselde görüldüğü gibi sol alt köşeye konumlandırabilirsiniz.



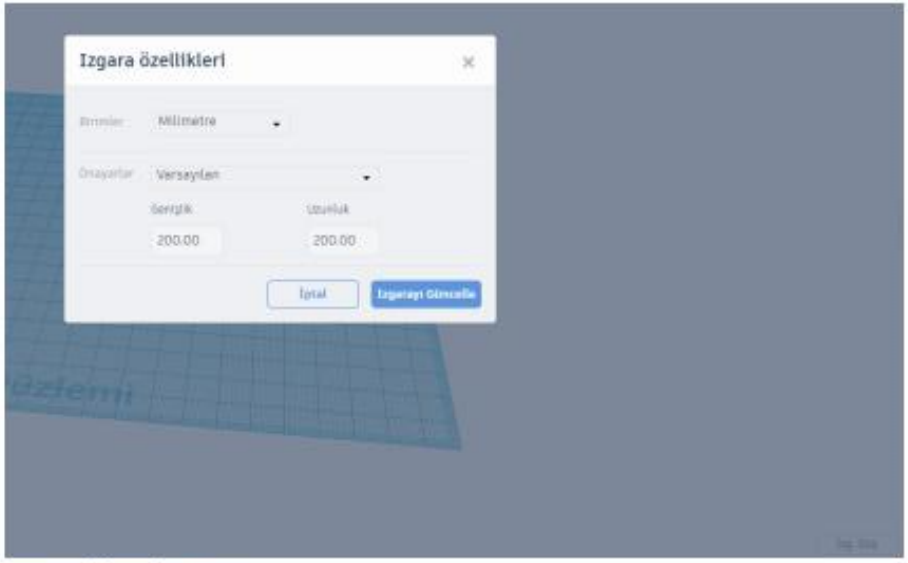


Cetvel kullanma

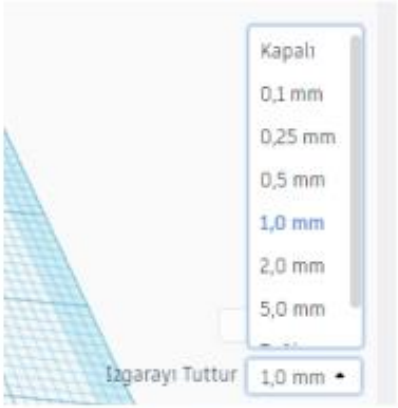
Cetvel yukarıdaki görsellerde görüldüğü gibi çember şeklinde görünmekte ve çemberden tutarak sürüklenmektedir. Cetvelin kaldırılması için cetvelin yanında bulunan 'X' işaretine basılması gerekir.

Izgarayı düzenleme

Çalışma düzleminin varsayılan ölçümü 200 x 200'dür ve gerektiğinde düzenlenebilir. Bu, 3D yazıcı kullanırken, tasarımınızın ölçeklendirmeye gerek kalmadan yazıcınıza sığacağından emin olmak istediğinizde kullanabileceğiniz bir özelliktir. Özelliği kullanabilmek için sol alt köşede bulunan 'Izgarayı Düzenle' simgesine tıklanır ve aşağıdaki görselde görünen pencere açılır. Pencere üzerinden istediğiniz şekilde ızgaranızı boyutlandırabilirsiniz.



Izgara düzenleme

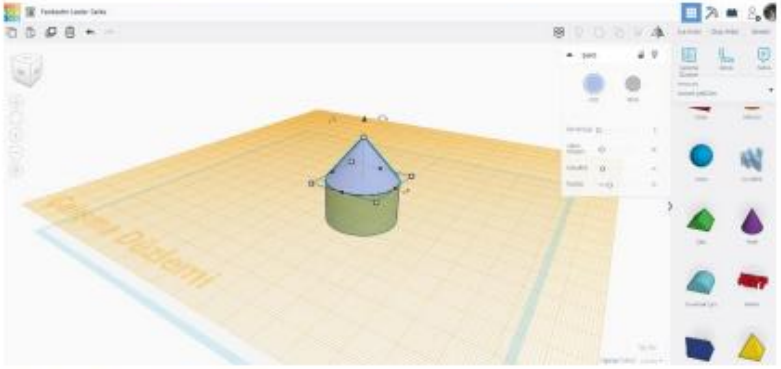


Yukarıdaki görselde gösterilen bölmede otomatik olarak 1mm seçilidir. Bunun anlamı nesnelerin çalışma düzleminde 1 mm'lik artışlarla hareket ettirilebilmesidir. Daha küçük veya daha büyük ölçekli hareketlerde/konumlandırmalarda yukarı tarafta görülen herhangi bir ölçeği seçebilirsiniz. Bu özellik sizin daha hassas çalışmanızı sağlar.

Çalışma düzlemini değiştirme

Çalışma düzlemi, şekillerin / nesnelerin otomatik olarak Tinkercad'e yerleştirildiği mavi ızgara tabanıdır. Çalışma düzlemi aracını yeni bir taban olarak kullanarak tasarlanan nesnenin herhangi bir tarafı düzenlenebilir.

Örneğin, galata kulesi yaptığınızı düşünün. Silindirik bir nesnenin üzerinde koni şeklinde bir çatı nesnesi eklemeniz gerekecek. Çalışma düzlemine yerleştireceğiniz silindir şeklini eklediğinizde, onun üzerine bir çatı eklemek için silindir şeklinin üst tabanına ekranın sağ üst köşesinde bulunan çalışma düzlemini eklemeniz gerekecektir. Bunun için çalışma düzlemine tıklayıp ardından silindirin üst tabanına tıklamalısınız. Artık üzerine de çatıyı oluşturacak olan koniyi sürükleyebilirsiniz. Gerekli ayarlamalarınızı yaptıktan sonra eski çalışma düzleminde çalışmaya geri dönmek için sağ üst köşede bulunan çalışma düzlemine tıklamanız ve ardından da orijinal çalışma düzlemine tıklamanız gerekmektedir.

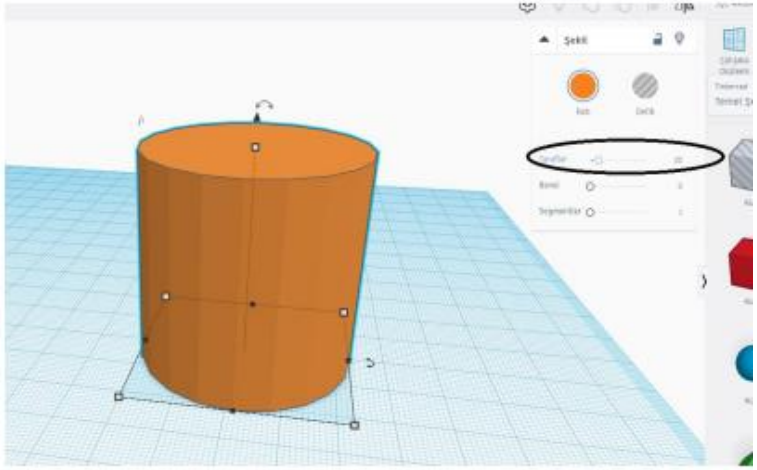


Çalışma düzlemini değiştirme

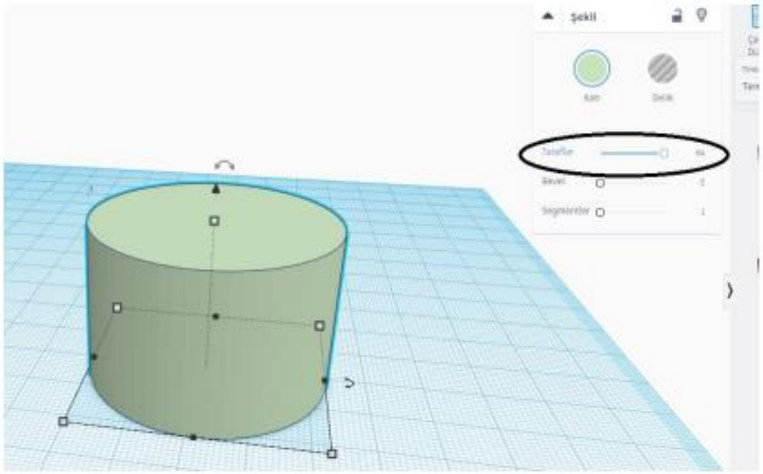
Peki ya çalışma düzlemini kullanmak zorunda mıydık?

HAYIR... Aşağıdaki adımları sırasıyla izleyerek de aynı galata kulesinin bir bölümünü yapacağımız modele ulaşabiliriz.

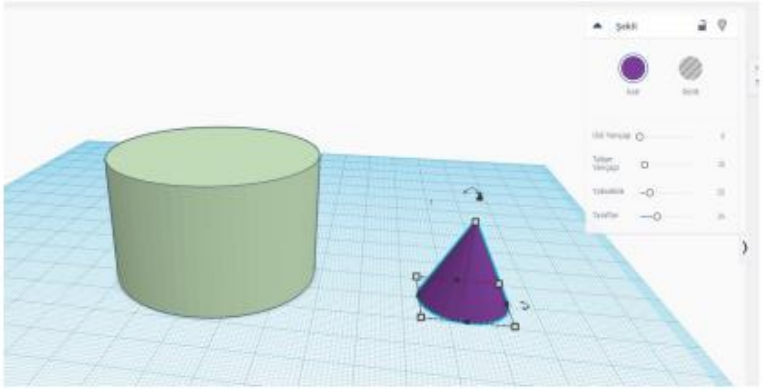
İlk olarak silindiri çalışma düzlemine alıp boyutlandırın, rengini değiştirin Silindire dikkat ettiğinizde dışının oval değil kenarlı yapıda olduğunu göreceksiniz. Silindiri oval ve pürüzsüz hale getirmek için silindir seçili durumdayken yan tarafında beliren özellik penceresinde bulunan tarafla değişken değerini değiştirmeniz gerekiyor.



Bu değeri pozitif yönde ilerletirseniz kenar sayısı git gide artacak ve kısalı kenar uzunluklarıyla aşağıdaki gibi pürüzsüz ve oval bir hal alacaktır:

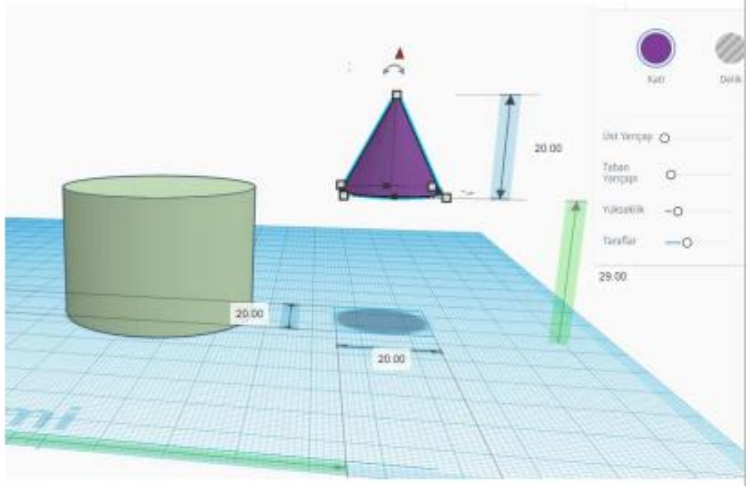


Ardından galata kulesinin çatısını oluşturacak olan koniyi çalışma düzlemine sürükleyin.

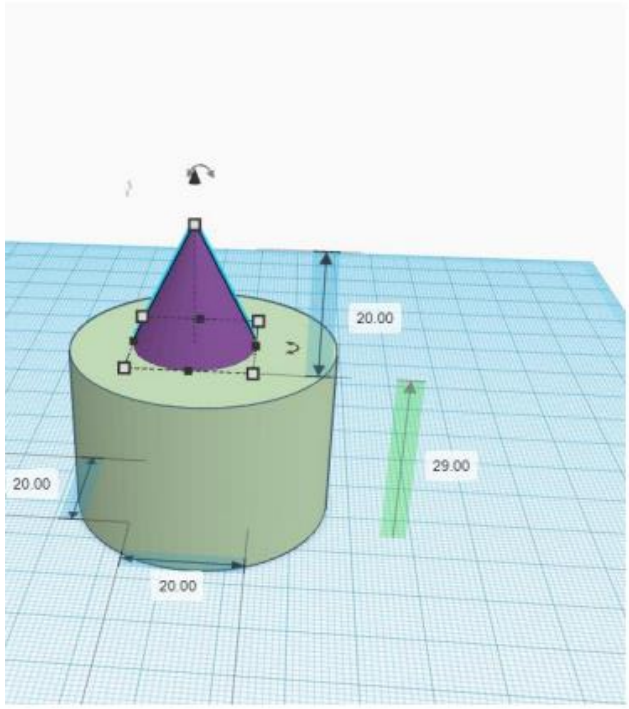


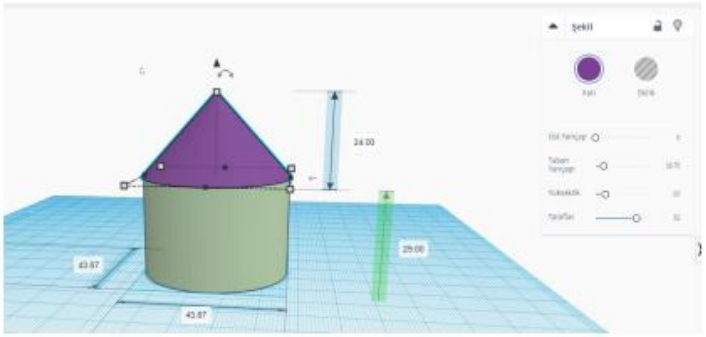
NOT: Daha rahat çalışmak için çalışma düzleminin sol alt köşesine cetveli sürükleyin. Size gerekli boyutları gösterecektir. (Bu aşamada bende kullandım)

Silindirin yüksekliğine bakıp koniyi siyah üçgen ok ile silindirin yüksekliği kadar yükseltin. Bunu üçgene basılı tutup yukarı doğru kaydırarak da, nesneye tıkladığınızda etrafında beliren metin kutucuklarındaki rakamlar kısmına istediğiniz sayıyı girerek de yapabilirsiniz. Koninin yükseltildikten sonraki görüntü aşağıdaki gibidir:

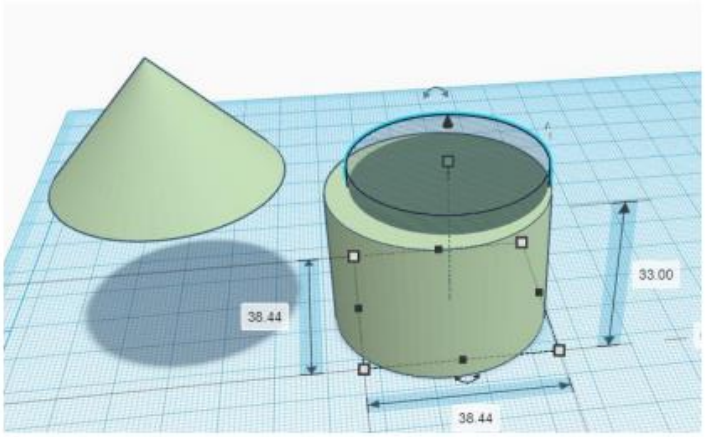


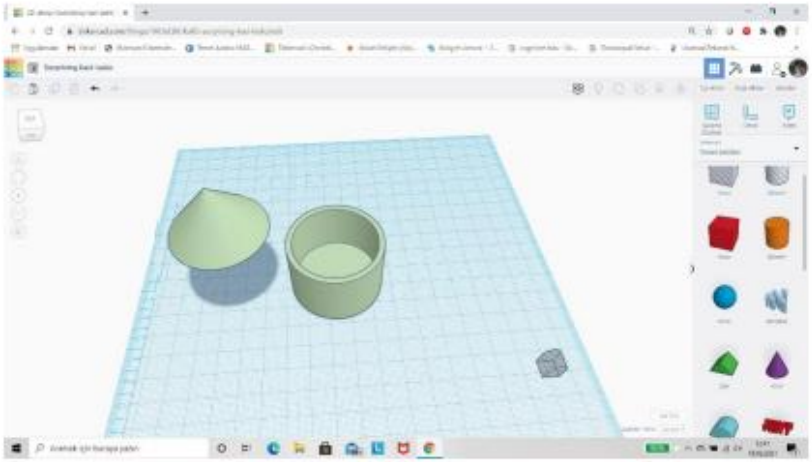
Artık çatı yerini alacak olan koni silindirin üzerine taşıyabilir, silindirin çapına göre boyutlandırıp rengini değiştirilebilirsiniz.



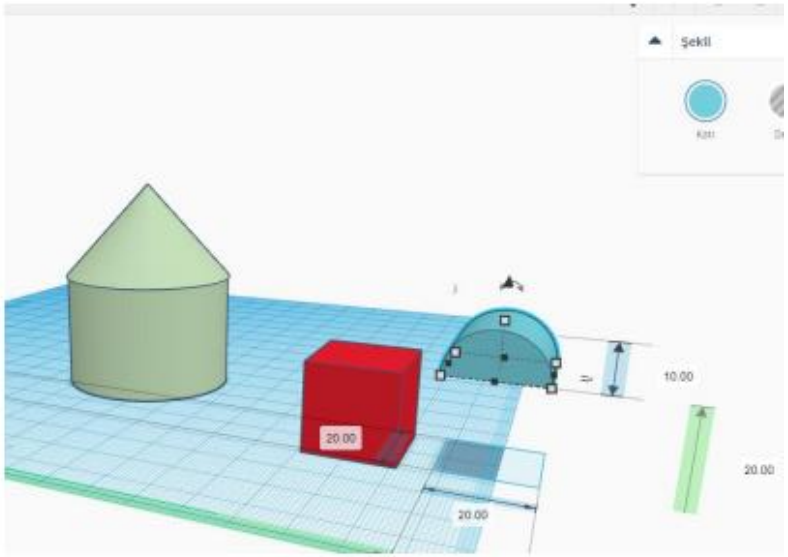


Artık nesneleri gruplandırabilir ve basit modelimizi tamamlayabiliriz fakat gruplandırmadan önce galata kulesinin içinde bir delik oluşturun. Sebebini birazdan göreceksiniz.

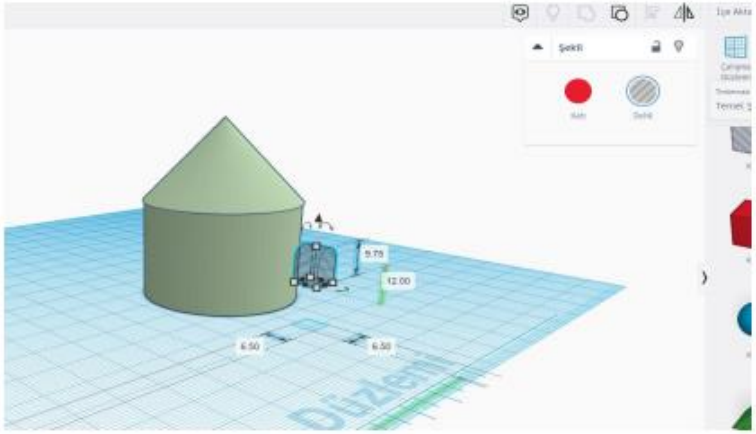




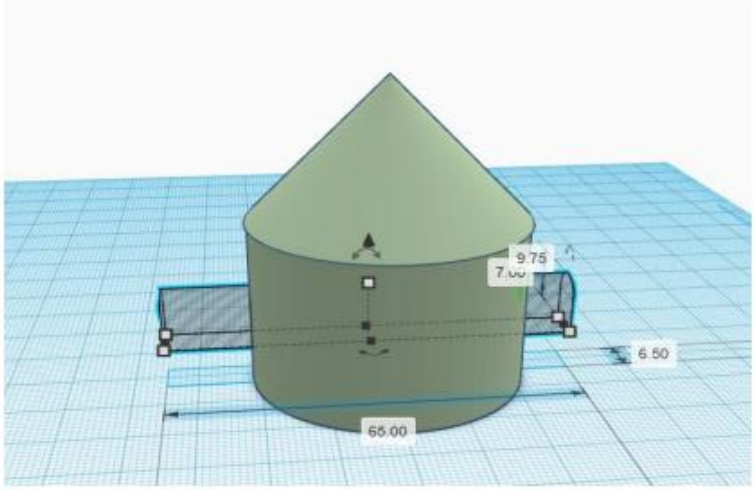
Şimdi nesneleri hizalayarak gruplandırın. Ardından temel şekillerden kutuyu ve yuvarlak çatıyı çalışma düzlemine sürükleyin ve yuvarlak pencereyi kutunun yüksekliği kadar yükseltin.



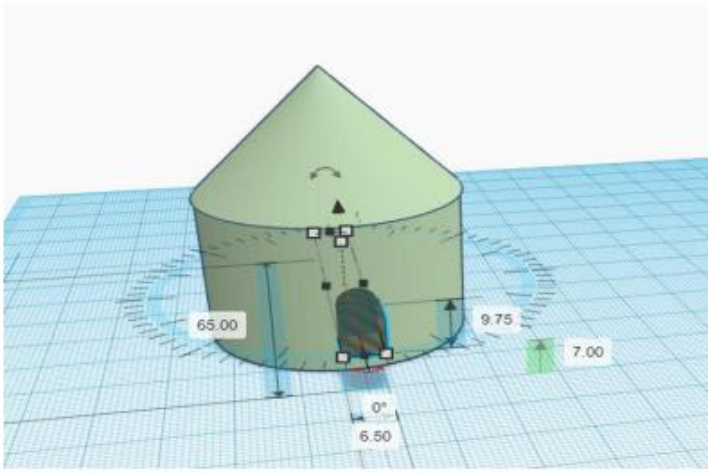
Yuvarlak pencere ve kutuyu seçip, hizalayıp gruplandırın. Nesnelerin birleştirilmesiyle bir pencere şekli elde edilir. Bunu delik olarak seçin ve galata kulesinde istediğiniz konuma ve boyuta getirin.

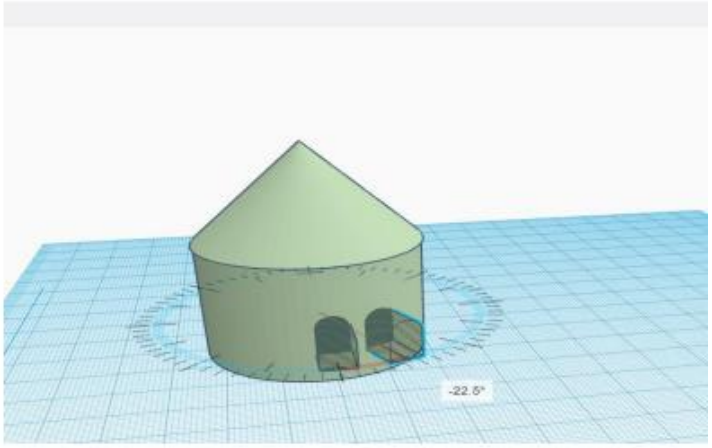


Ardından delik olan pencereyi galata kulesinin arka yüzeyindne çıkacak şekilde uzatın.

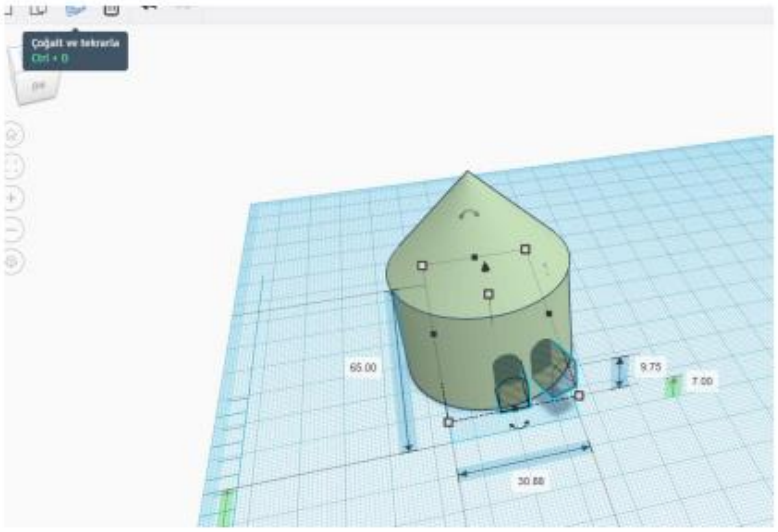


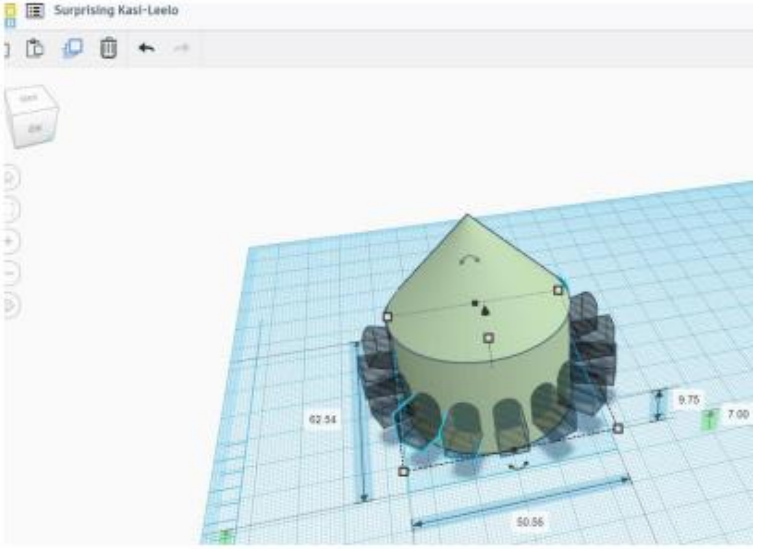
Deliğin aynı konumda bir kopyasını CTRL+D ile çıkartın ve döndürme okunu kullanarak görseldeki gibi istediğiniz derecede döndürün.

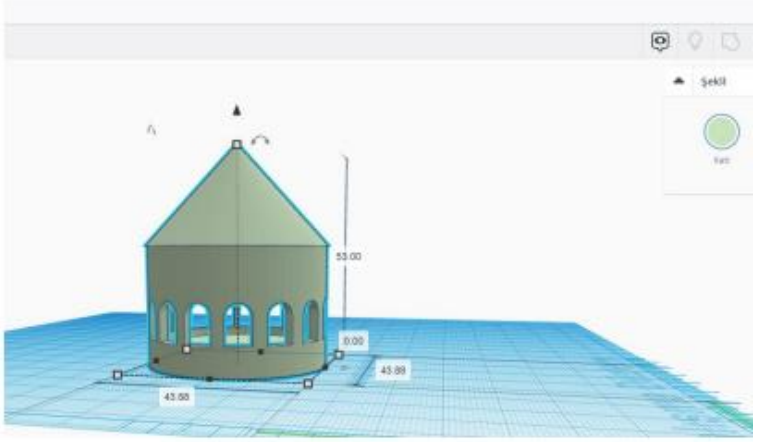




Şimdide delik halinde olan iki pencereyi de SHİFT tuşuna basılı tutarak seçin (kuleyi değil) ve sol üst köşedeki ‘çoğalt butonuna istediğiniz kadar basın(tasarımınız için nasıl olsun istiyorsanız). Ardından da tümünü seçip gruplandırın.

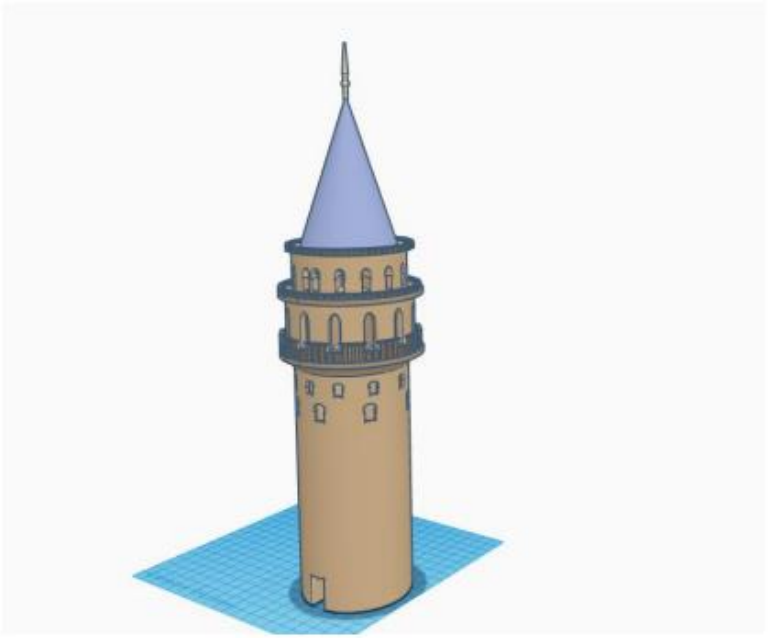






‘Çoğalt’ tuşu bu şekilde döndürme, boyutlandırma gibi değişiklikler yaparak kopyasını oluşturduğunuz nesnenin, nesne ve değişiklik gören kopyasının beraber seçilip ‘çoğalt’ tuşuna tıklanmasıyla oluşacak olan yeni kopyaları arasında ilk kopyada olan işlemleri tekrarlayacak şekilde örüntü oluşturtur. Bu şekilde galata kulesinin pencereleri örneğinde gördüğümüz gibi hızlı ve istediğimiz ölçü ve aralıklarda pencereler-nesneler oluşturabilir veya gittikçe küçülüp-büyüyen, eğikleşip-düzlemselleşen görüntüler elde edilebilir.

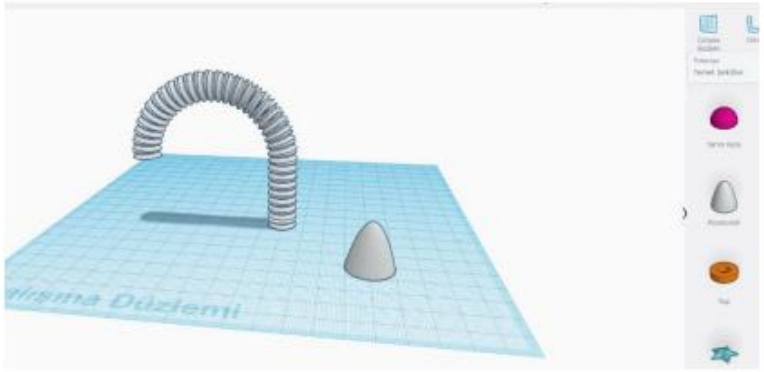
Galata kulesi modelinizi üzerinde çalışarak aşağıdaki görseldeki gibi bir hale getirebilirsiniz:



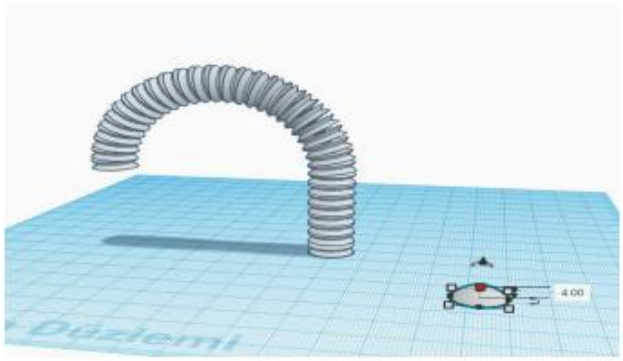
Yukarıda çoğalt tuşuna basarak kopyalarken örüntü oluşturacak şekilde kopyalayabilme özelliğinden bahsetmiştim. Bunun nasıl olduğuna kıvrımlı boru örneği ile inceleyelim.

Kıvrımlı boru tasarımı

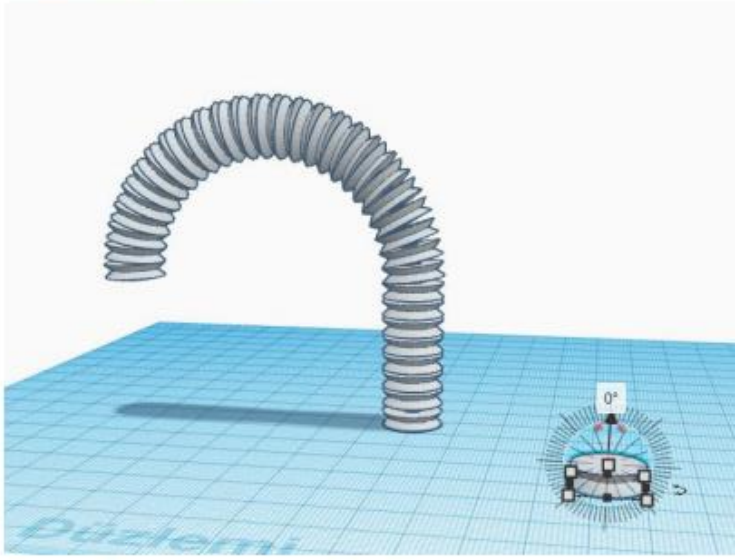
İlk olarak 'paraboloit' şeklini çalışma düzlemine alın.



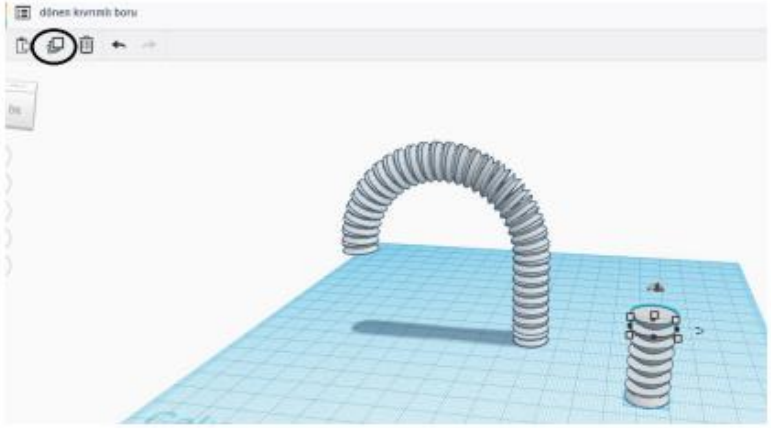
Ardından aşağıdaki görseldeki gibi boyutlandırın.



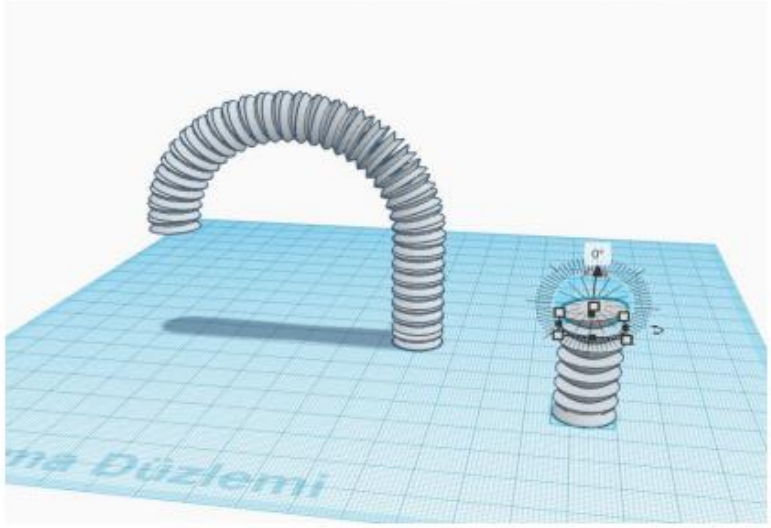
CTRL+D tuşlarına basarak nesnenin aynı konumda bir kopyasını oluşturu ve 180 derece döndürün.



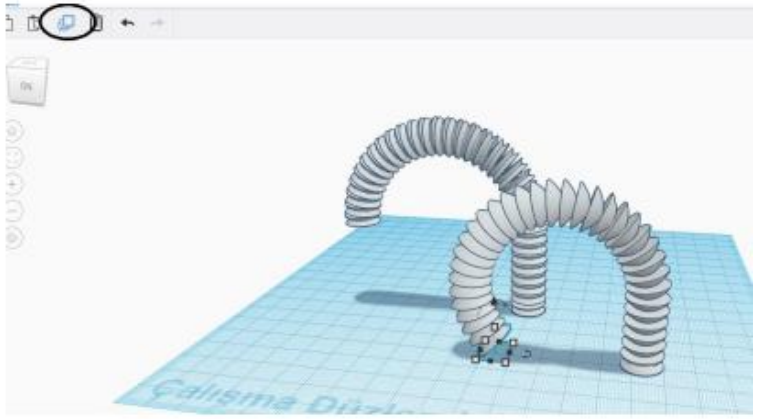
Oluşturduğunuz kopyayı aynı şekilde çoğaltın ve kopyanın oluşan kopyasının siyah üçgene tıklayarak bir miktar yüksekliğini arttırın. Ardından sol üst köşede duran 'çoğalt' simgesine boruyu dik olarak uzatmak istediğiniz boyuta kadar tıklayın ve kopyanın kopyalarını çıkartı



Ardından oluşan son kopyayı istediğiniz bir miktarda sola doğru döndürün.



Ardından tekrar 'çoğalt' düğmesine istediğiniz şekil oluşana kadar basın.(açılarını, dönme miktarını, uzunluğunu vb. istediğiniz şekilde ayarlayabilirsiniz.) Yeni oluşacak olan nesne aşağıdaki görselde olduğu gib kopyaların örüntüsü ile oluşacaktır.

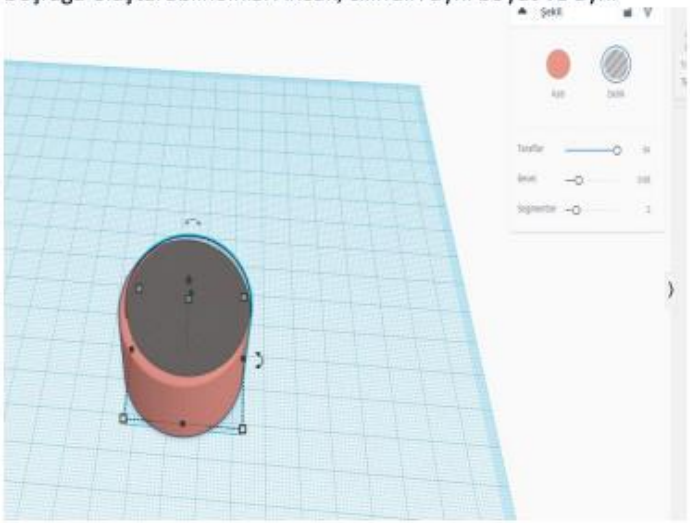


Çift kulplu çorba kasesi yapımı ile nesnelerle nasıl çalışılır?

Tasarım yapmaya başlamak için ilk olarak Tinkercad'in açıldığı andaki pencereden 'yeni tasarım oluştur' butonuna basılır. Ardından aşağıdaki adımlar sırasıyla uygulanır:

Adımlar

1. **Nesneyi çoğaltma, boyutlandırma ve delik oluşturma:**
   Temel şekiller arasında bulunan silindiri çalışma düzlemine sürükleyin. Silindiri seçip CTRL+D ye basarak silindirin bulunduğu konumda bir kopyasını çıkarın. Çıkardığınız kopyanın özelliklerini gösteren kutuda/pencereden 'delik' özelliğini seçin. Böylece başta aldığınız katı silindirde çorba kasesinin iç kısmını oluşturacak olan boşluğu oluşturabilirsiniz. Ancak, silindiri aynı boyut ve aynı

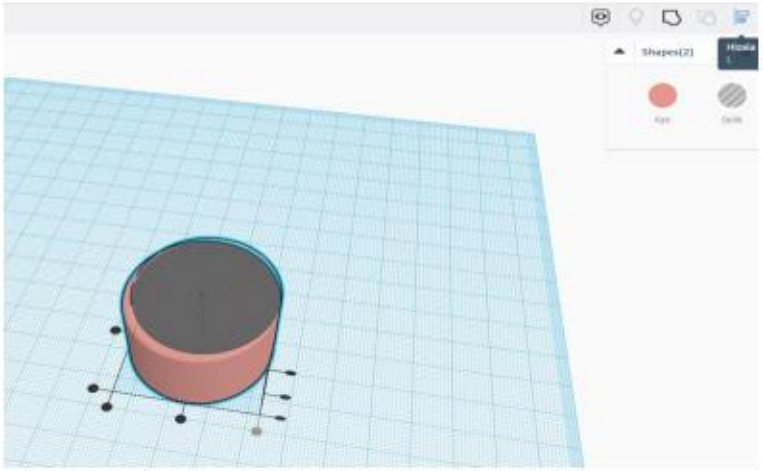


Delik oluşturma

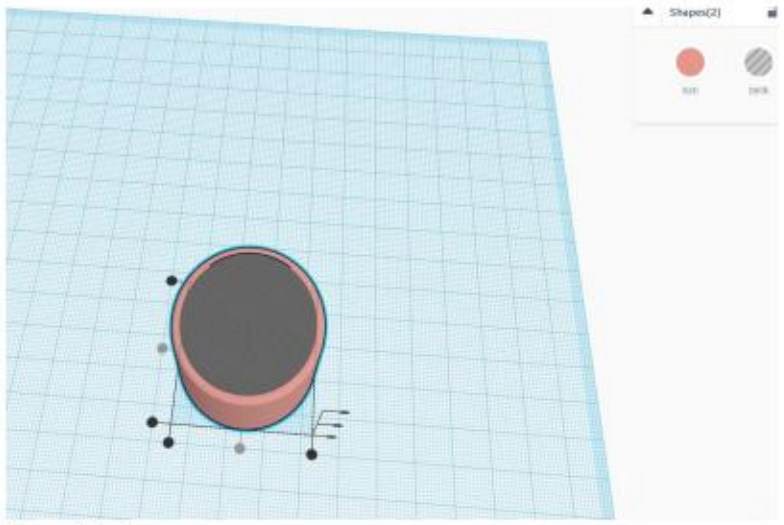
konumda çoğalttığınız için delik ile katı silindirin üst üste gelece şekilde bulunacaktır. Bu durumda istediğiniz içi boş kase görüntüsünü oluşturabilmek için delik olarak seçtiğiniz silindirin boyutlarını küçültmeniz ve bir miktar çalışma düzleminden-katı silindirden yükseltmeniz gerekecektir. Çorba kasesinin düzgün olabilmesi için delik olan silindirin her yönden eşit miktarda küçültülmesi gerekmektedir. Bunun için SHIFT tuşuna basılı tutarak deliğin beyaz bir tutamacına fare ile tıklayıp istediğiniz boyuta getirebilirsiniz. Ardından delik nesnesi seçili konumdayk üzerinde bulunan siyah üçgene tıklayarak yüksekliğini ayarlayabilirsiniz. Buraya kadarki kısımda yapılanlar aşağıdaki görselde olduğu gibidir.

2. **Nesneleri hizalama**

Yukarıdaki görselden de görüldüğü gibi çorba kasesinin delik kısmının kasede ortalanmamasından dolayı şekil bozukluğu söz konusu olabilir. Bu durumda nesneler seçilerek sağ üst kısımda bulunan hizala simgesine tıklanır. Simgeye tıklandığında aşağıda görselde olduğu gibi seçilen nesnelerin etrafında farklı düzlemlerde farklı noktalar belirir.



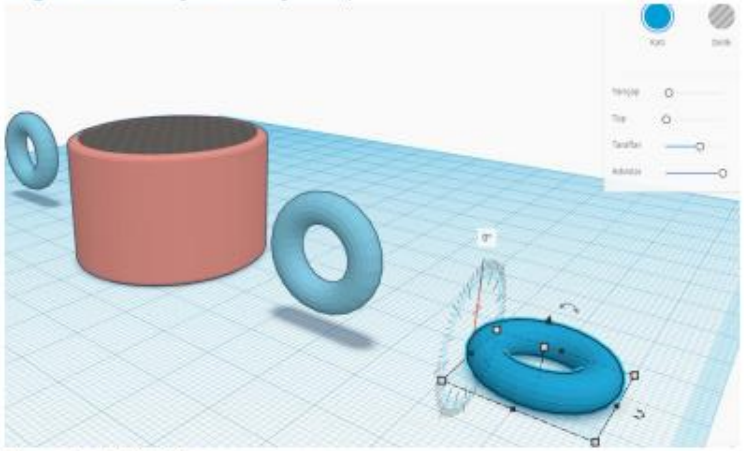
Nesneleri nasıl konumlandırmak istiyorsanız gerekli noktalara tıklamanız gerekmektedir. Bu tasarım için katı ve delik nesne arasında her yönden eşit aralık bulunması gerektiğinden dolayı iki yönden de delik ortalanır. Hizalama sonucu aşağıdaki gibi görünecektir:



Nesne hizalama

Hizalama sırasında tıklanan noktalar soluk renkte görünmektedir.

3. **Nesneleri döndürme:**
   Çorba kasesinin kulplarını yapmak için temel şekiller arasından mavi renkte olan halka seçilir. İstenilen doğrultudaki ok simgesine tıklanır ve 90 derece döndürülerek aşağıdaki hale getirilir.(Yatay doğrultuda olan şekil dikleştirilir.)

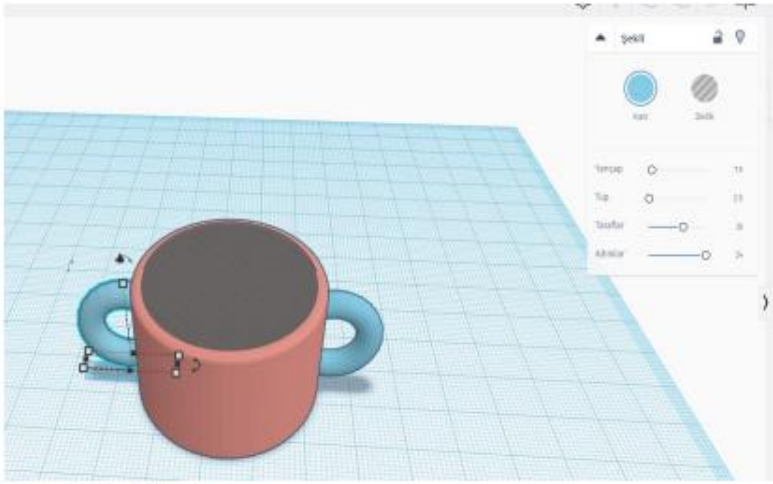


Nesneleri döndürme

Ardından halka fare ile kasenin istediğimiz konumuna taşınır.(Bu noktada klavye yön tuşlarından da faydalanılabilir. Ardından kulpun istediğimiz konumda olması için kulp, kase ile beraber seçilir ve hizalanır.

4. **Nesneleri çoğaltma:**

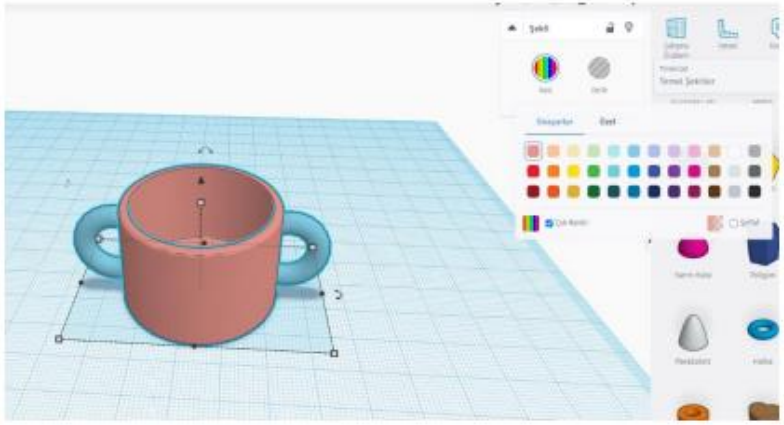
Çorba kasesi çift kulplu olması gerektiğinden halkaya tıklanır ve CTRL+C ile halkayı kopyalanıp CTRL+V'ye basarak veya yalnızca CTRL+D'ye basarak veya da sol üstte bulunan çoğalt simgesine tıklanarak halkanın bir kopyası çıkarılır ve yön tuşlarıyla diğer tarafta istenen konuma taşınır. Taşındıktan sonraki hali aşağıdaki görseldeki gibidir.



Nesneleri çoğaltma

5. **Nesneleri gruplandırma/birleştirme:**

Düzenleme işlemleri bittikten sonra artık şeklimize son halini verebiliriz. Bunun için nesnelerin tümünü seçerek sağ üst köşede bulunan gruplandır simgesine tıklamanız gerekecek. Gruplandır dedikten sonra birleşmiş olan şeklinizin tüm parçaları aynı renkte görünecektir. Dilerseniz rengini değiştirebilir veya şeklinizi oluştururken ki kullandığınız renkli parçalarınızın aynı renkte kalmasın isterseniz aşağıdaki görselde görüldüğü gibi çok renkli kısmını seçebilirsiniz.



Nesneleri gruplandırma

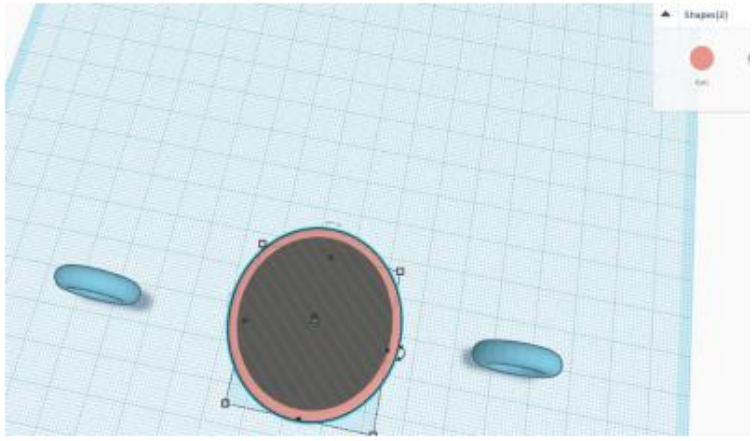
6. Grupları çözme:

Olur da birleştirdiğiniz şekilden memnun olmaz, üzerinde değişiklikler yapmak istersəniz, gruplandırmış olduğunuz nesneyi seçip artından sağ üst köşede gruplandır simgesinin yanındaki grupları çöz simgesine tıklayarak nesneleri birbirinden ayırabilir, istediğiniz değişiklikleri yapabilirsiniz. Ardından dilediğiniz şekilde tekrar gruplandırabilirsiniz.

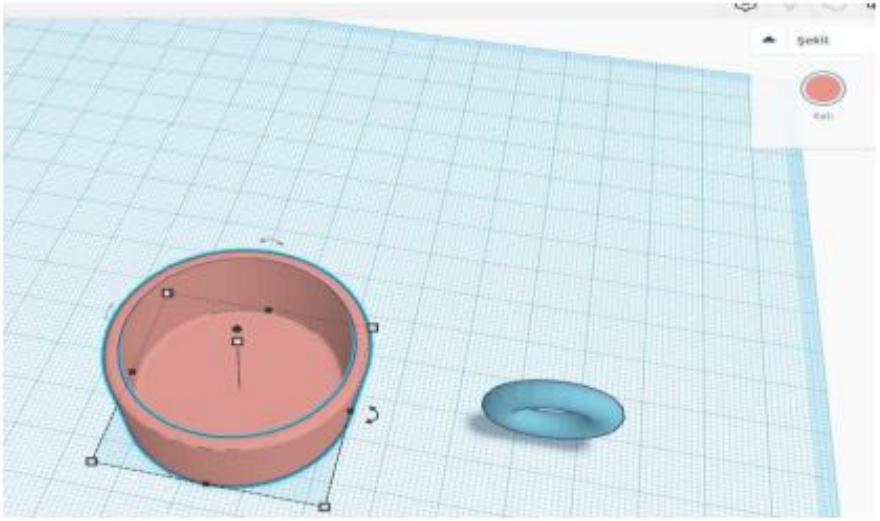
Peki ya çorba kasesindeki deliği en başta oluştursaydık?

Ne olurdu hep beraber bakalım.

Bunun için silindir boyutlandırıldıktan sonra CTRL+D' ye basılarak aynı konumda ve boyutta bir kopyası çıkarılır. Kopya delik olarak seçilir ve SHIFT tuşuna basılı tutularak beyaz tutamaçla küçültülür. Siyah üçgen ok ile yükseltiler ve aşağıdaki gibi görünür.

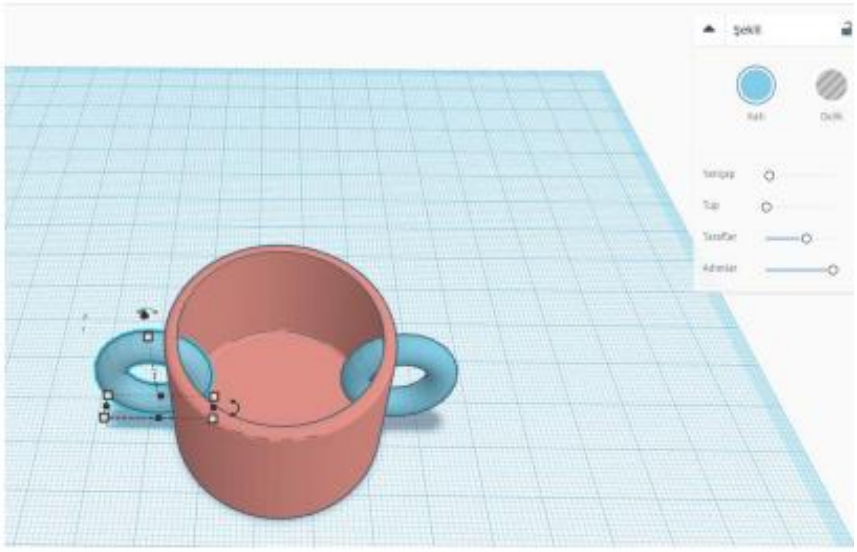


Silindir ile onun kopyası olan delik silindir gruplandırılır ve aşağıdaki görselde olduğu gibi içi boş bir kase halini alır.



Şimdi sıra kulplarını birleştirmede...

Önceki tasarımda olduğu gibi kulpları döndürüp kasenin içine doğru istenilen şekilde taşınır. Konumunu ayarladıktan sonra CTRL+D ile kopyası çıkarılarak karşı yüzdeki konumuna sürüklenir. Bu noktada çorba kasesi şöyle görünür:

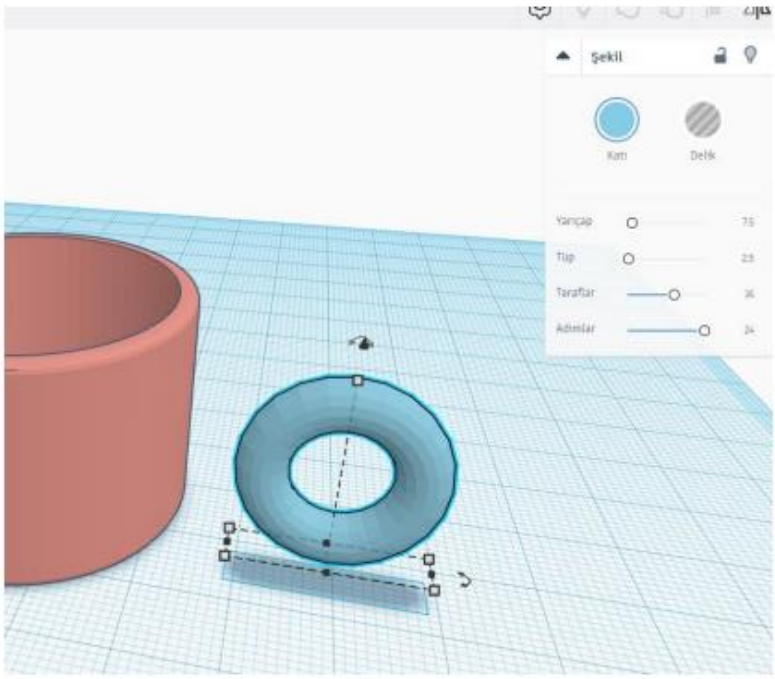


Kimse böyle bir çorba kasesinden çorba içmek istemez herhâlde!

NOT: İstediğiniz zaman istediğiniz nesneye belirttiğim yöntemle delik açabilirsiniz fakat deminki durumda olduğu gibi sonuçlarla karşılaşmamal için yapacağınız tasarıma uygunluğuna göre birleştirme vaktinizi ve şeklinizi ayarlarsanız daha doğru tasarımlar oluşturursunuz!

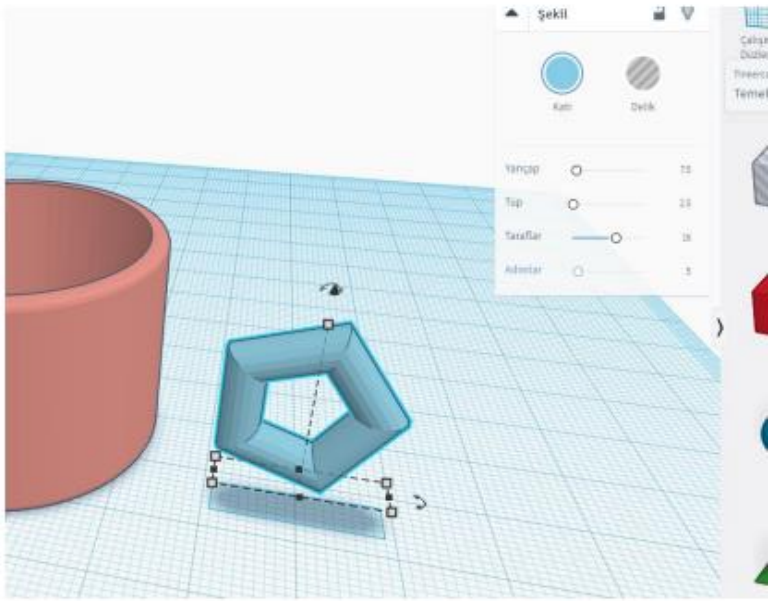
Peki ya halka şeklinde değil de geometrik bir kulp kullanacak olsak fark bir yol izleyebilir miyiz?

Bu örneği inceleyebilmek için halkanın özellik penceresindeki değişkenler dikkat etmenizi istiyorum.



Özellik penceresi incelendiğinde 'Yarıçap', 'Tüp', 'Adımlar', 'Taraflar' gibi değişkenler olduğunu görürsünüz. Bunların herhangi birinde yapacağınız değişiklik halkanın şu anki şeklini değiştirecektir.

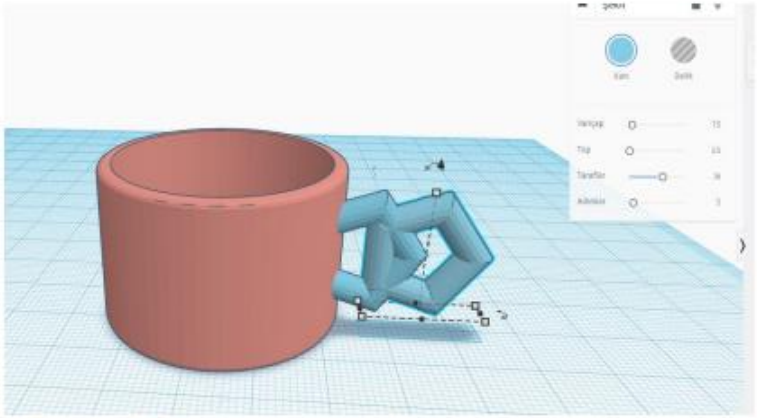
Halkaya dikkat edin... Dışının oval değil keskin kenarları olduğunu fark edeceksiniz. Eğer özellik penceresindeki 'Adımlar' kısmındaki metin kutusuna tıklayıp (24 yazan) orada olan değeri yükseltirseniz bu halkanın sahip olduğu kenar sayısını arttırarak yuvarlak bir görüntü elde edebilirsiniz. Fakat biz bu örneğimizde daha keskin kenarlı geometrik bir kulp elde etmek istiyoruz. Bu yüzden orda ki değeri '5' ile değiştirelim. Değiştirdiğimizde halka böyle görünecektir:



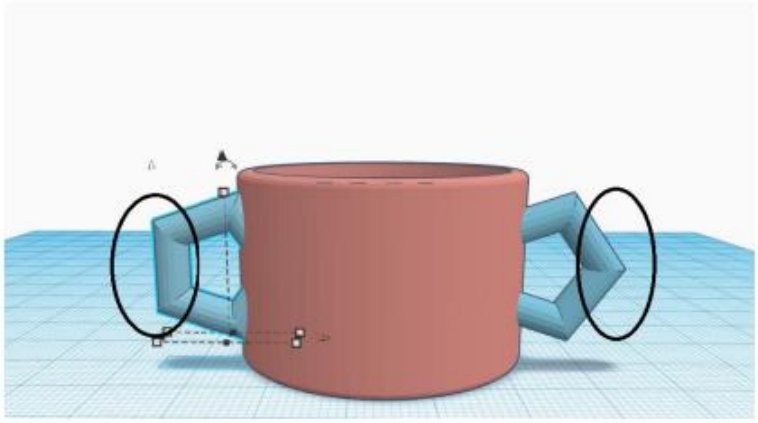
Artık kulpumuz beşgen şeklini aldı. Siz herhangi bir değer girerek istediğiniz şekli verebilirsiniz.

Bu aşamada önceki tasarımda olan adımları yine sırasıyla izleyeceğiz...

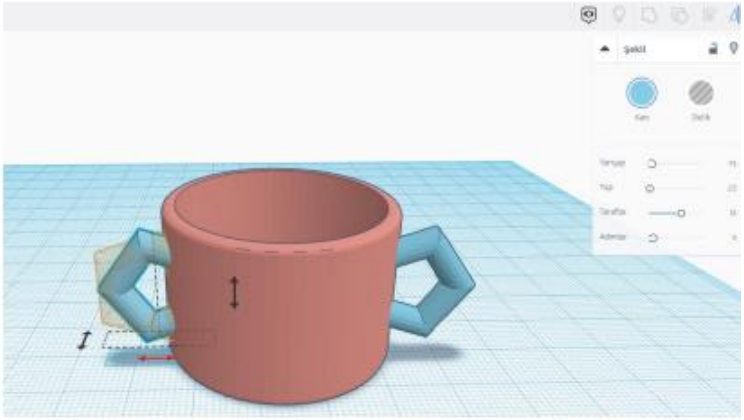
Beşgen kulpu kasenin istediğimiz yerinde konumlandırıp CTRL+C + CTRL+V ile bir kopyasını çıkarıyoruz.



Ardından çorba kasesinin karşı yüzüne taşıyoruz.



Gördüğünüz gibi kulplarda yönlerinden dolayı asimetriklik söz konusu... Bu durumda kopyalamış olduğunuz kulpu gerekli yönlerden döndürebilir veya ekranın sağ üst köşesinde bulunan ayna görüntüsünü aldıran simgeye tıklayabilirsiniz. Tıkladığınızda farkı boyutlara doğru oklar belirir. Bunlardan hangi yöne doğru ayna görüntüsünü elde etmem istiyorsanız onu seçmeniz gerekir. Bu tasarım için X düzlemi yani sağ sol yönünde ayna görüntüsünü alırız ve modelimiz son halini alır.

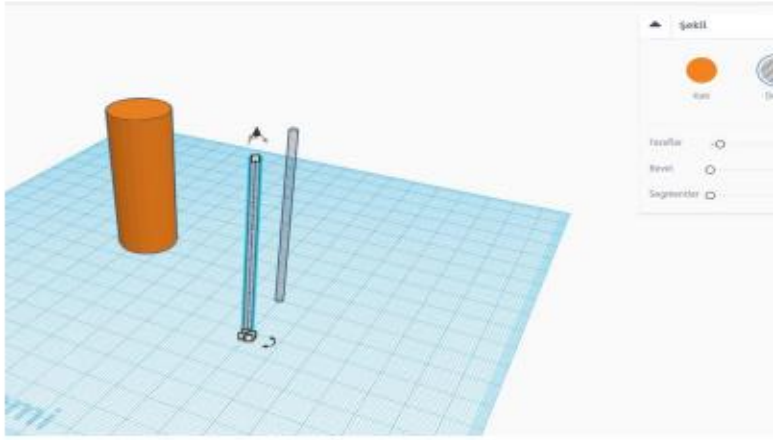


Şimdi de örnek sütun tasarımları yapalım!

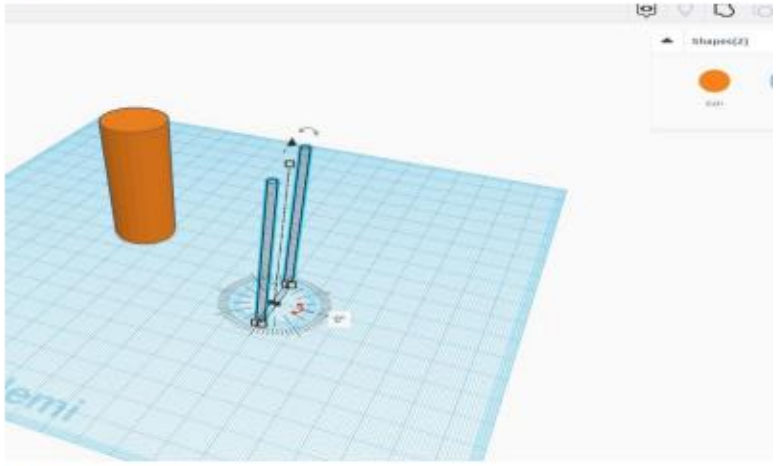
Sütun Tasarımı 1

- Temel şekillerden silindiri alın ve istediğiniz gibi boyutlandırın.
- Başka bir silindiri çalışma düzlemine sürükleyin ve önceki silindirle aynı veya daha uzun fakat taban alanları çok daha küçük olacak şekilde boyutlandırın ve delik olarak seçin. Delik olan silindirin bir kopyasını çıkartın ve kopyasını, ana silindirin çapına uygun olacak şekilde delik silindirin karşısına konumlandırın. Ardından iki delik silindiri de CTRL+D ile oldukları konumda kopyalayın. Kopyaları belli bir derece döndürün ve sol üst köşedeki çoğalt düğmesine tıklayarak kopyaları 360 dereceyi tamamlayacak şekilde çoğaltın.
- Ana silindiri delik silindirlerin tam ortasına gelecek şekilde hizalayın.
- Hepsini seçerek gruplandırın ve rengini değiştirin.
- Başka bir silindiri alıp ana silindirden daha geniş çaplı ve kısa olacak şekilde boyutlandırın. Çalışma düzleminde ana silindiri ortalayacak şekilde hizalayın. Ardından bir CTRL+D ile bir kopyasını çıkartıp kopyanın üzerinde bulunan siyah üçgen ile yüksekliğini ayarlayın ve tümünü seçerek gruplandırın.

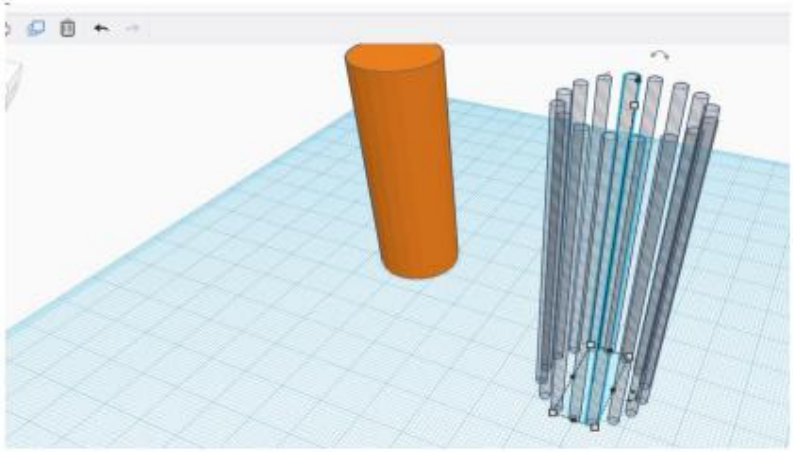
Sütununuz hazır! Takıldığın yerlerde bakabilmen için yapım aşamalarına ait görseller aşağıda...



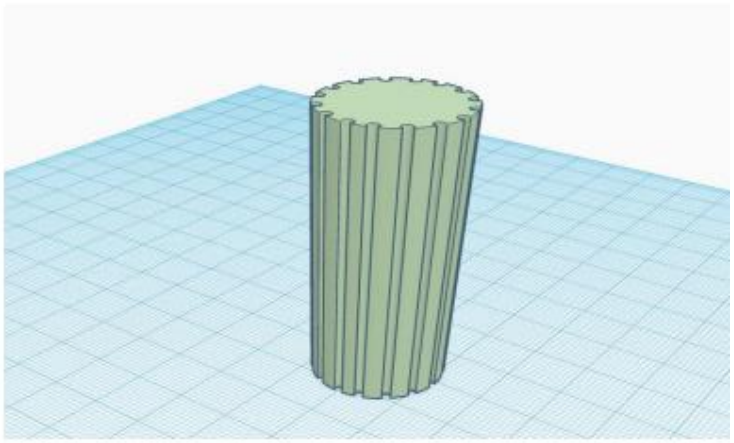
Sütun Tasarımı 1.1



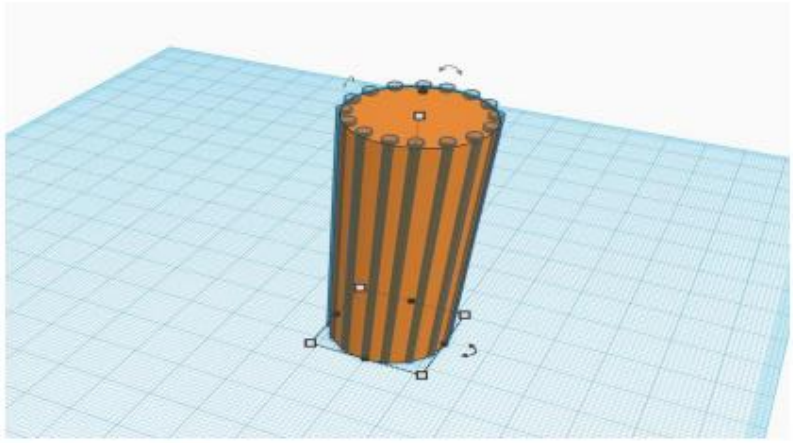
Sütun Tasarımı 1.2



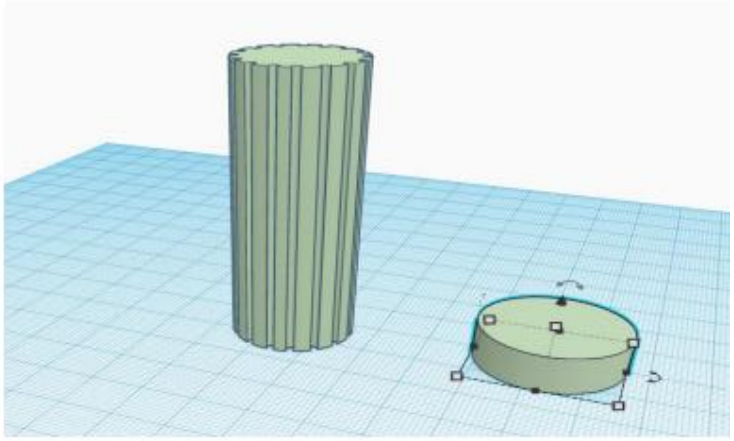
Sütun Tasarımı 1.3



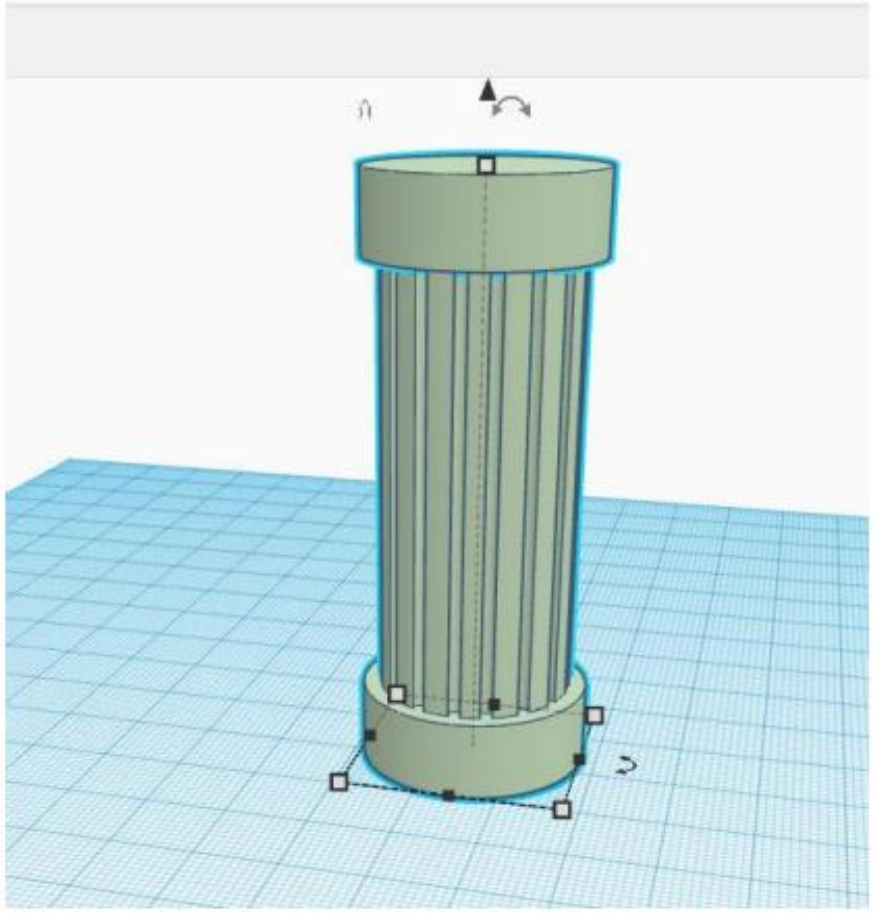
Sütun Tasarımı 1.5



Sütun Tasarımı 1.4



Sütun Tasarımı 1.6

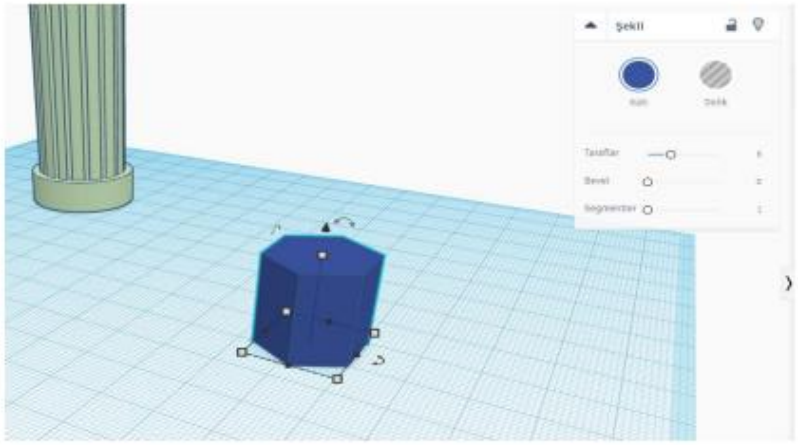


Sütun Tasarımı 1.7

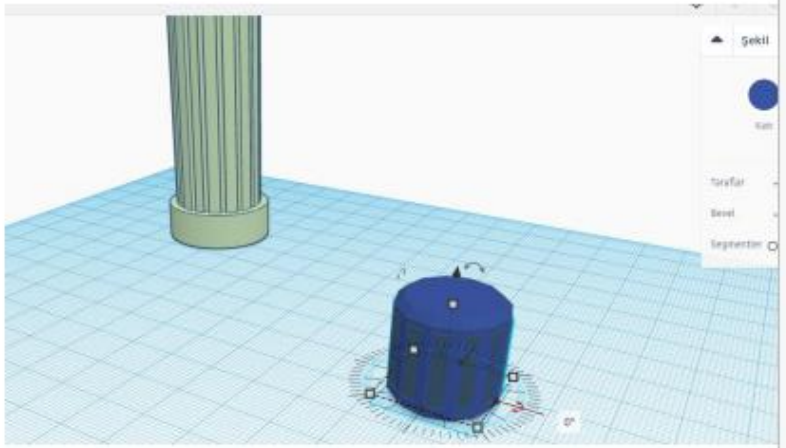
Sütun Tasarımı 2

- Temel şekiller arasından poligon şeklini çalışma düzlemine sürükleyin.
- Kenar sayısını arttırmak için nesne seçili haldeyken yan tarafında beliren özellik penceresinden 'Taraflar' değişkenindeki değeri arttırın. Ardından aynı pencerede/kutuda bulunan 'Bevel' değişkenini arttırarak kenarlarının Sütun örneği 2.2' deki gibi olmasını sağlayın(Özellik penceresindeki değişkenlerin değerlerini değiştirerek değişik şekiller elde edebilirsiniz.). Ardından CTRL+D tuşlarına basarak oluşturduğunuz nenenin bir kopyasını çıkarın. Kopyayı bir miktar döndürün ve SHİFT tuşuna basılı tutarak beyaz bir tutamacından boyutunu küçültün. Küçülttüğünüz kopyayı yerden siyah ok ile yükselterek delik olarak seçin ve ana nesnenizle birlikte seçerek gruplandırın.
- Şimdi de bir silindiri çalışma düzlemine sürükleyin ve çapı daha küçük olacak şekilde boyutlandırın. İlk oluşturduğunuz nesne ile tam ortalayacak şekilde hizalayın. Bir kopyasını çıkartıp siyah oku kullanarak kopyasını silindirin üst kısmına gelecek şekilde konumlandırın. Hepsini birden seçin ve gruplandırın.

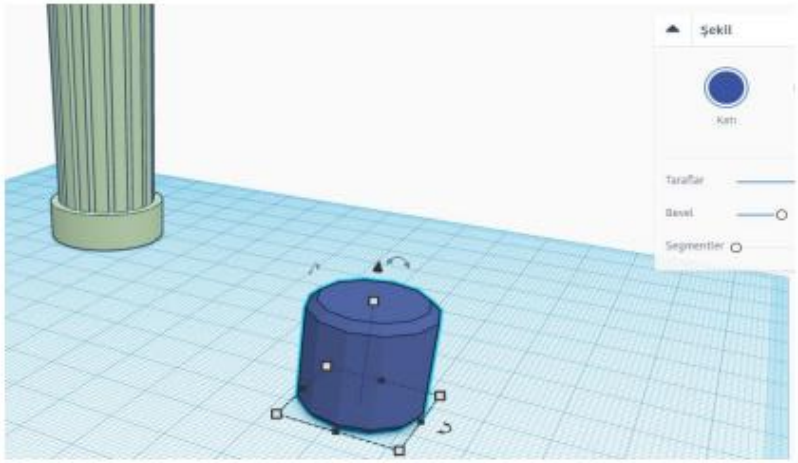
Sütununuz hazır! Takıldığın yerlerde bakabilmen için yapım aşamalarına ait görseller aşağıda...



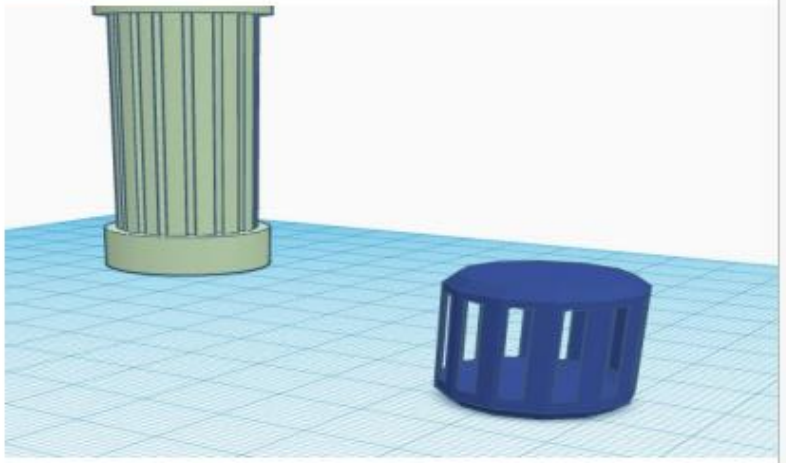
Sütun Tasarımı 2.1



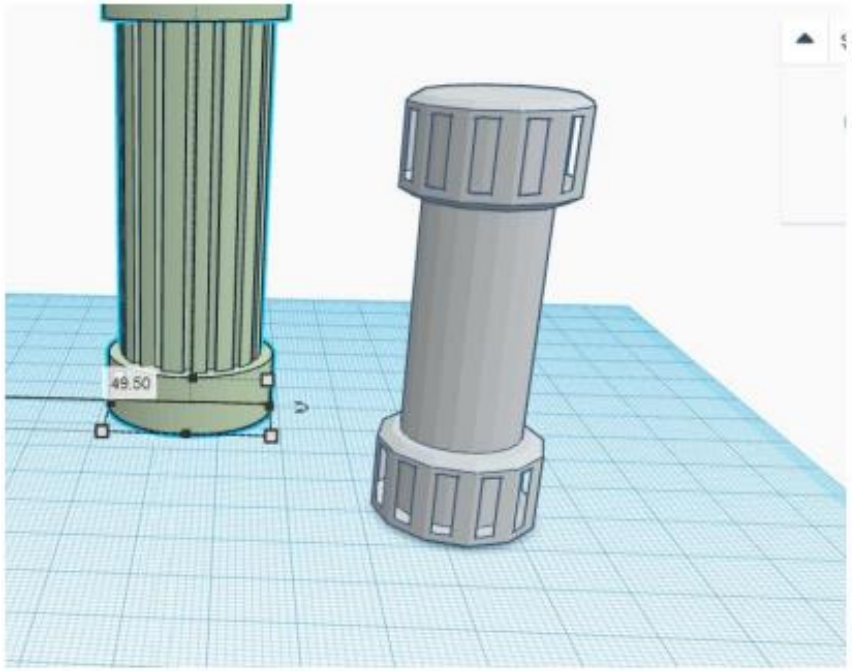
Sütun Tasarımı 2.3



Sütun Tasarımı 2.2



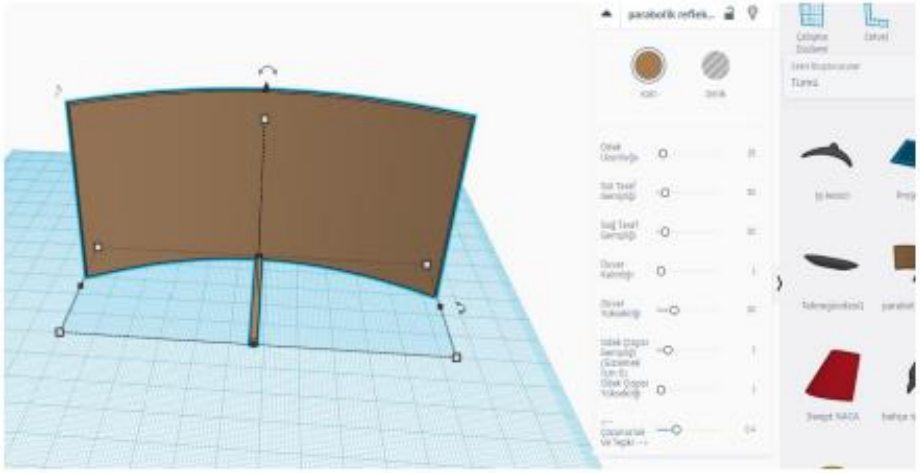
Sütun Tasarımı 2.4



Sütun Tasarımı 2.5

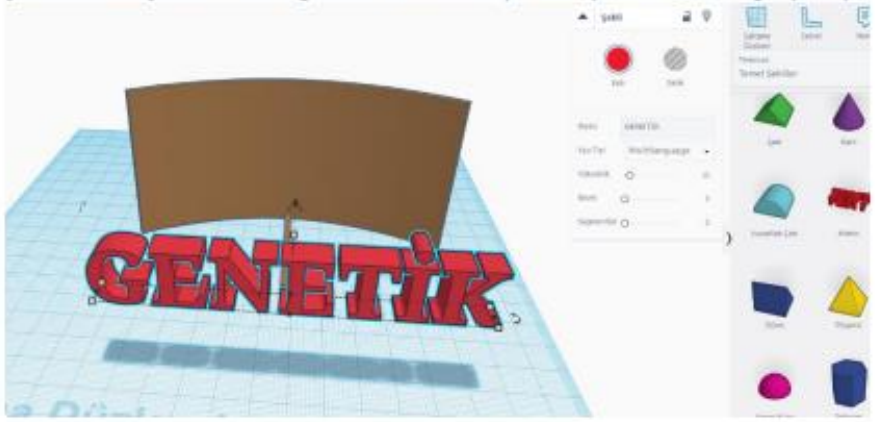
Nesnelere şekil veya yazı ekleme

Düzlemsel şekillere yazı veya şekil eklemek kolayken eğri şekillerde sıkıntı yaşanabilmektedir. Örnek olarak eğri bir yüzeyi olan aşağıdaki şekli çalışma düzlemine alın.



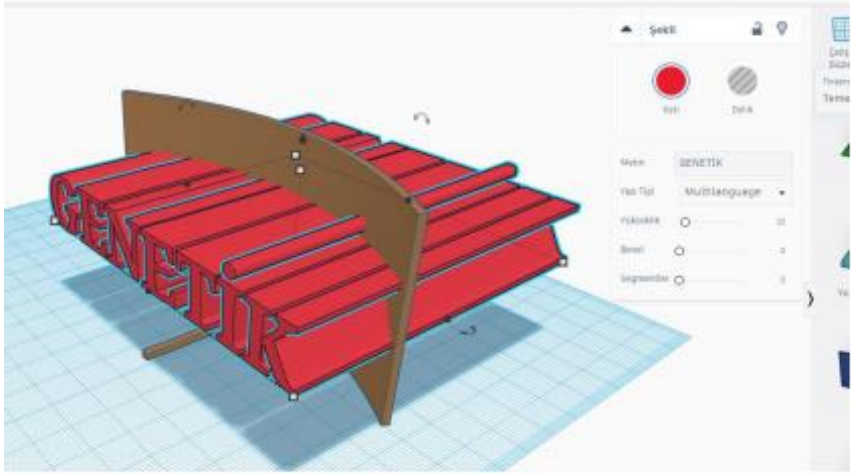
Nesnelere yazı ekleme 1

Temel şekillerde bulunan metin/TEXT nesnesini çalışma düzlemine getirin. Metin kutusuna istediğiniz metni girin ve metin nesnesini ekrana paralel gelecek şekilde dikleştirin. Derinliğini de arttırarak/yerden yükselterek, eğri yüzeyde olmasını istediğiniz konuma getirin.

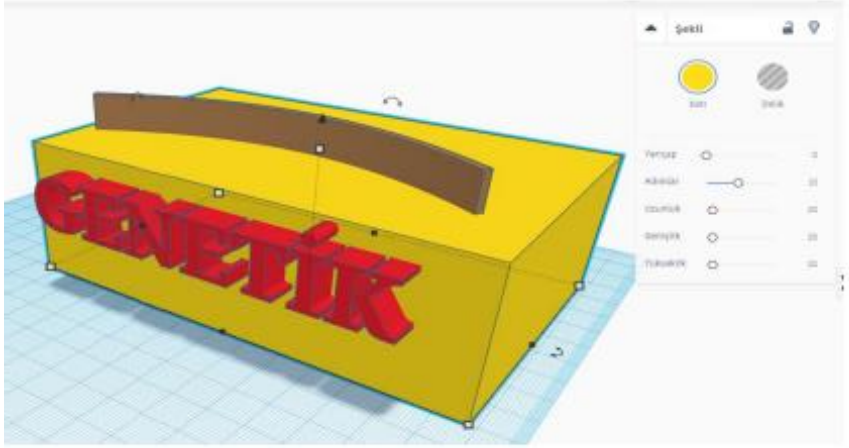


Nesnelere yazı ekleme 2

Ardından yazı nesnesini eğri yüzeyin önünden arkasına geçecek şekilde uzatın ve etrafını bir kutu ile kaplayın. Burada kullanılan kutu son şekilde metnin bir delik olarak görünmemesi ve metni ayrı ayrı seçebilmemiz için gereklidir.

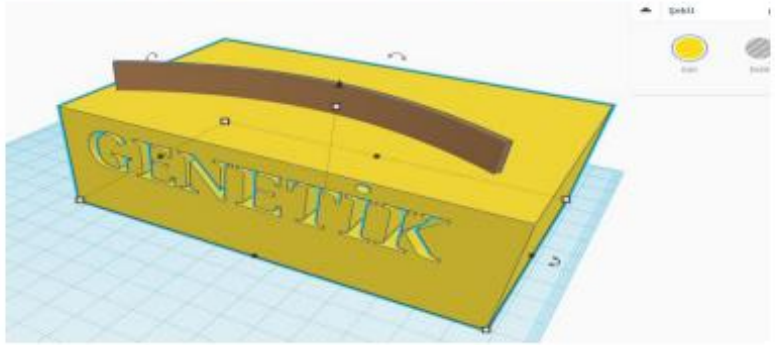


Nesnelere yazı ekleme 3



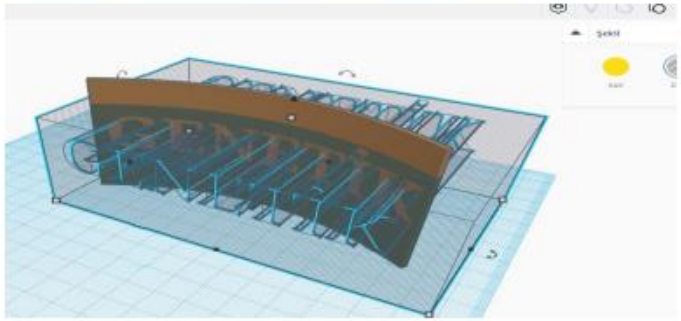
Nesnelere yazı ekleme 4

Metni delik olarak ayarlayın ve kutu ile metni gruplandırın. (Eğri düzlemi katmamak için SHIFT tuşuna basılı tutarak fare ile yazı ve kutuyu seçin)



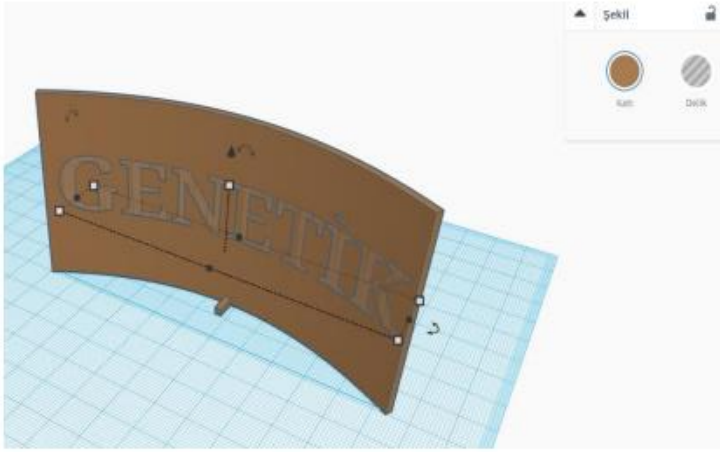
Nesnelere yazı ekleme 5

Şimdi de oluşturduğunuz yeni grubunuzu delik olarak seçin.



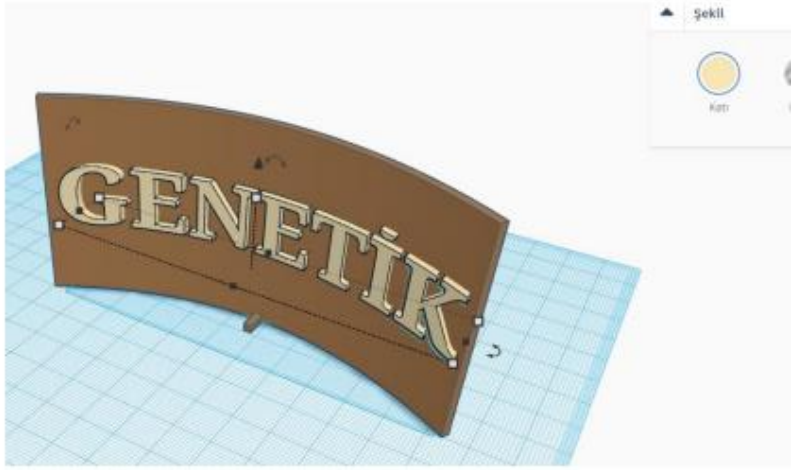
Nesnelere yazı ekleme 6

Ardından eğri ekran şeklini seçin, nesneyi aynı konumda çoğaltmak için Ctrl + D tuşlarını kullanın. Oluşturduğunuz kopyanın yüksekliğini gruplandırdığınız Kutu ve Metin deliğinden daha az olacak şekilde değiştirin. Çoğaltılan şekil seçiliyken, ayrıca gruplanmış Kutu ve Metni seçmek için Shift tuşunu basılı tutun. Şimdi bu iki nesneyi gruplandırın. Oluşan son şekil aşağıdaki gibi olacaktır.



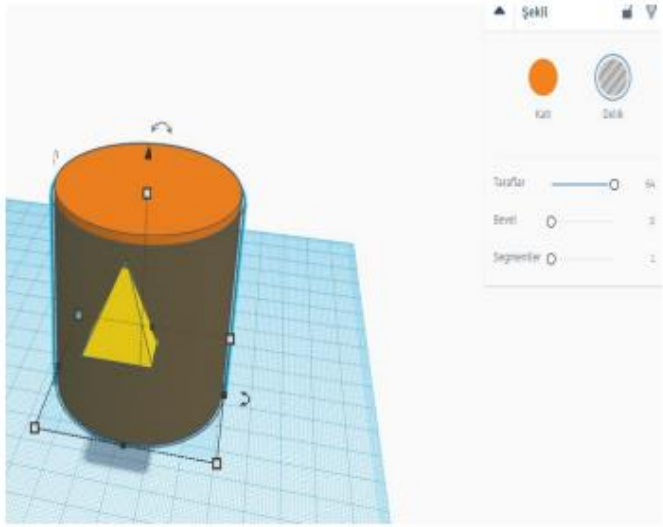
Nesnelere yazı ekleme 7

Harflerin rengini değiştirebilir ve ya ileri geri yön tuşları ile eğik düzlemde yerlerini değiştirebilirsiniz.



Nesnelere yazı ekleme 8

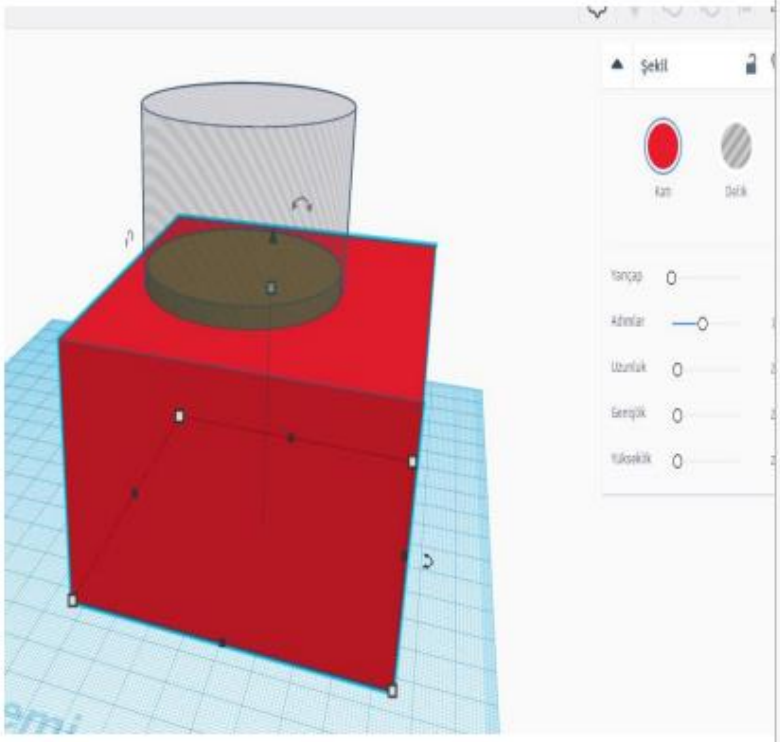
Silindirik bir yüzeye delikli şekil ekleme üzerine de bir örnek aşağıdaki gibidir:



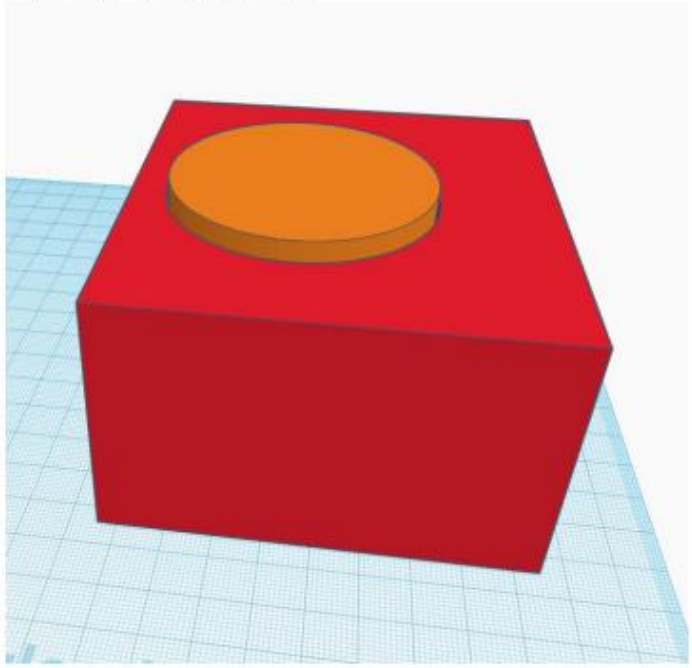
Piramiti, silindire ilk şekilde görüldüğü gibi yerleştirin. Ardından silindiri seçerek CTRL-D' ye basın. Böylece silindirin olduğu konumda ve aynı boyutlarda bir kopyası oluşturulmuş olur. SHIFT tuşuna basılı tutarak kopya silindirin beyaz tutamaçlarından genişletin, delik olarak seçin ve boyunu asıl silindiri geçecek şekilde uzatın.

-

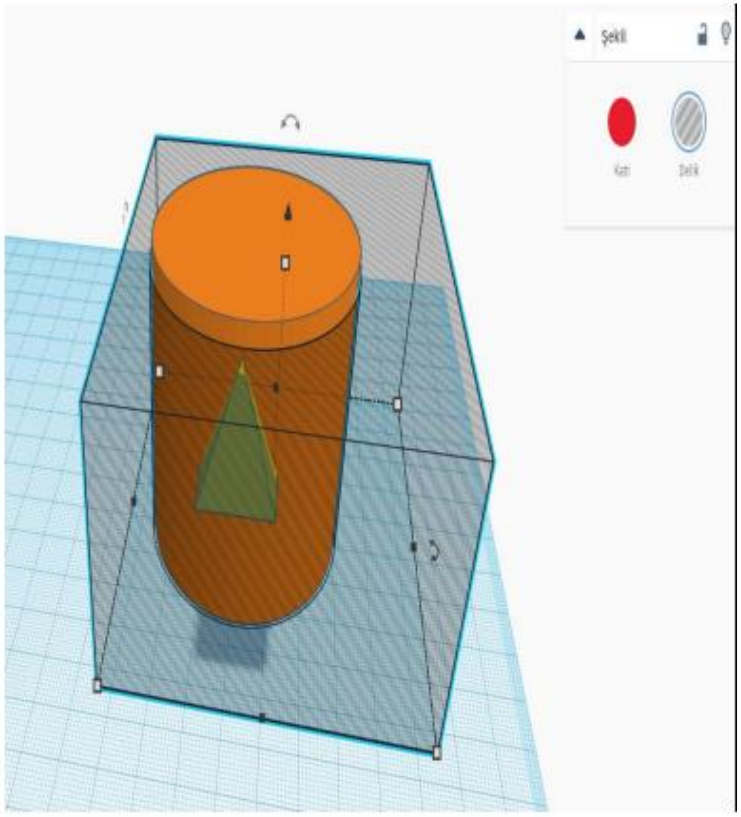
Boyu şeklin etrafında desen yapma amacıyla eklenen piramiti geçecek şekilde katı bir kutu ekleyin. Kutu ile delik olan silindiri SHİFT tuşuna basılı

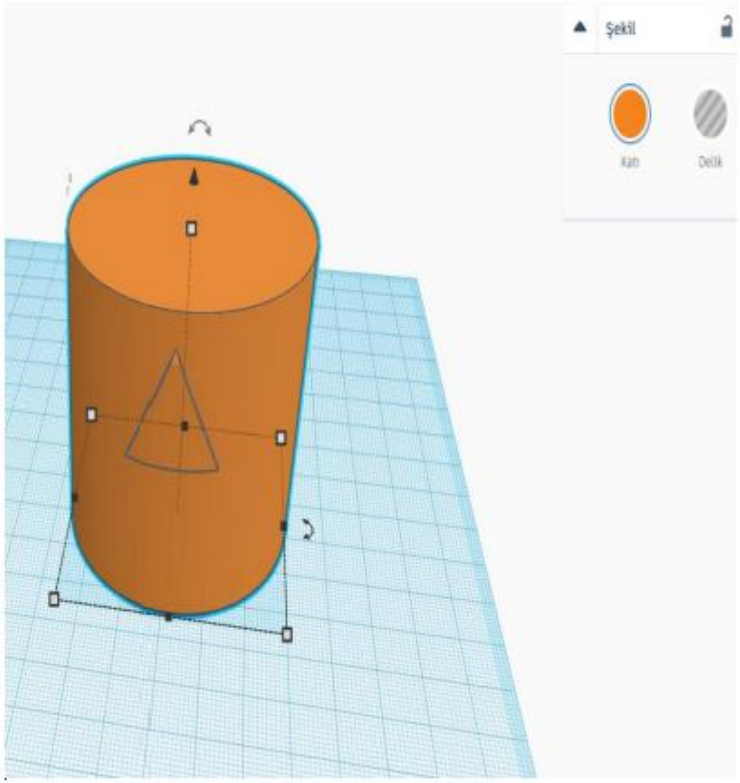


tutarak seçin ve gruplandırın.



Ardından kutuyu delik olarak ayarlayın ve tüm şekli seçerek gruplandırın.




Şekil
Katı
Delik

2D görüntüler nasıl 3D görüntülere çevrilir?

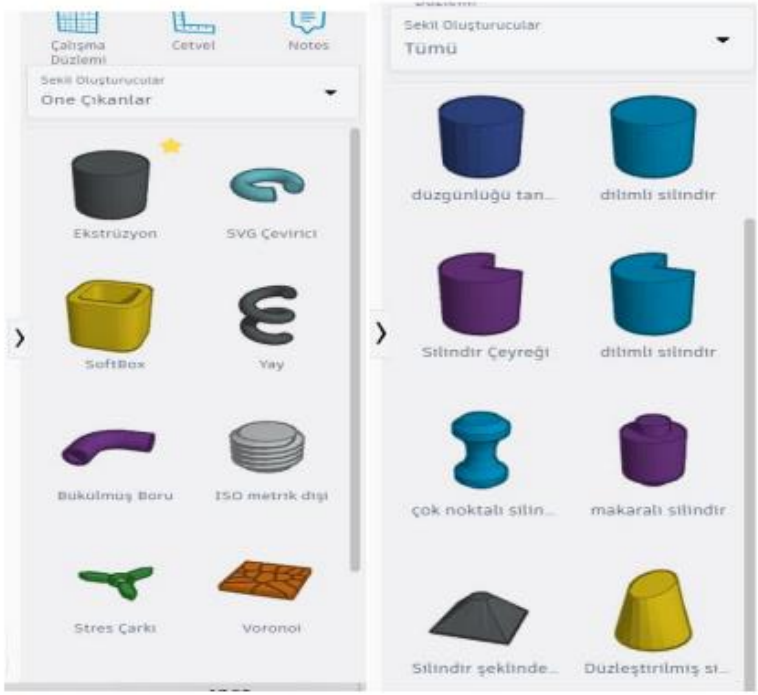
Tinkercad'de bazı 2D görüntüleri tasarımlarınızda kullanmak için 3D nesnelere dönüştürmeniz mümkündür. Seçilen görüntünün yalnızca düz renkleri olması ve gölge vb. içermemesi gerekmektedir.

2D görüntüleri 3D nesneye dönüştürmek için aşağıdaki adımlar izlenmelidir:

- Dönüştürmek istediğiniz bir resmi bulmak için bir Google Görsel araması yapın.
- Seçili görüntünün formatını belirleyin. Örneğin (JPGE, PNG vb.).
- Görüntüyü ücretsiz bir çevrimiçi araçla **SVG** formatına dönüştürün ve kaydedin. (Bunu ücretsiz olan bazı sitelerde görüntünün URL'sini kullanarak yapabilirsiniz.)
- Tinkercad arayüzünde sağ üst köşede bulunan 'içe aktar' butonuna tıklayın. Ardından 'Dosya Seçin' e tıklayıp indirilenler arasından içeriye aktarın.

Şekil oluşturucular nedir ve nasıl kullanılır?

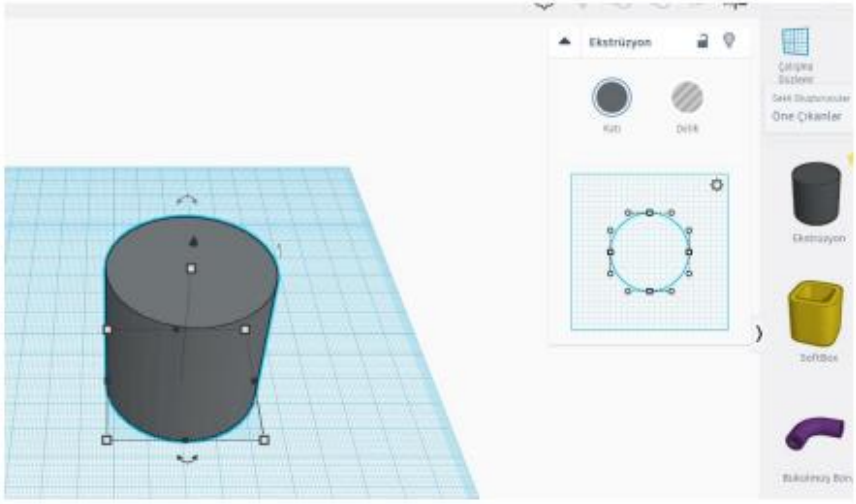
Şekil oluşturucular/Shape generators, farklı biçimler elde etmek için değiştirebileceğiniz belirli özellikleri olan şekillerdir. Bunlardan bazıları; Ekstrüzyon, soft box, yaydır.



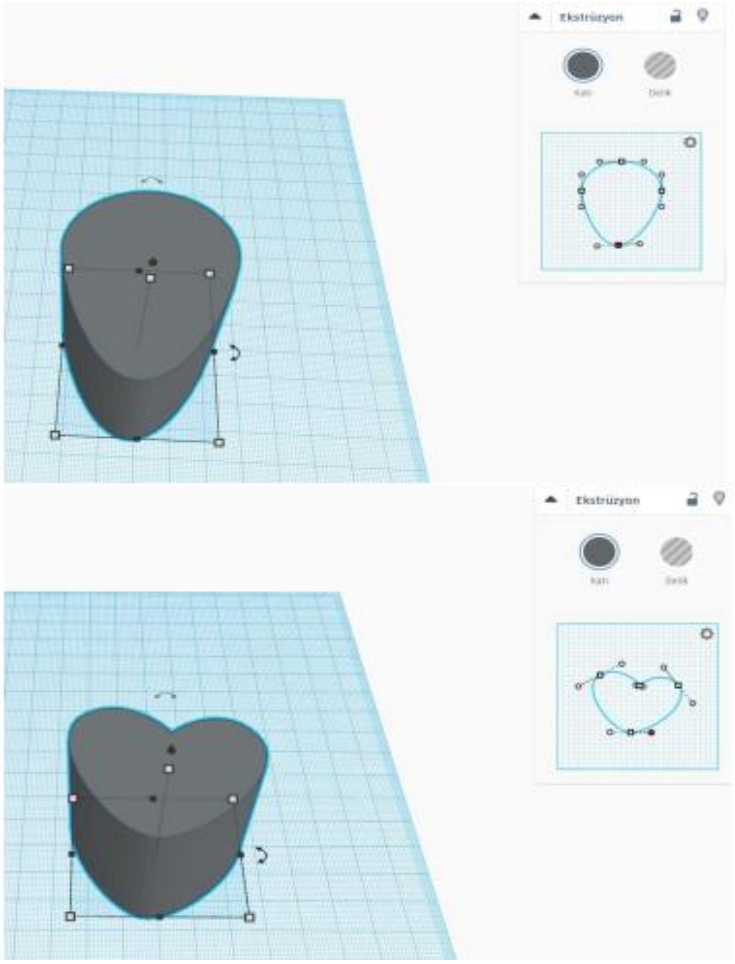
Şekil oluşturuculara örnekler

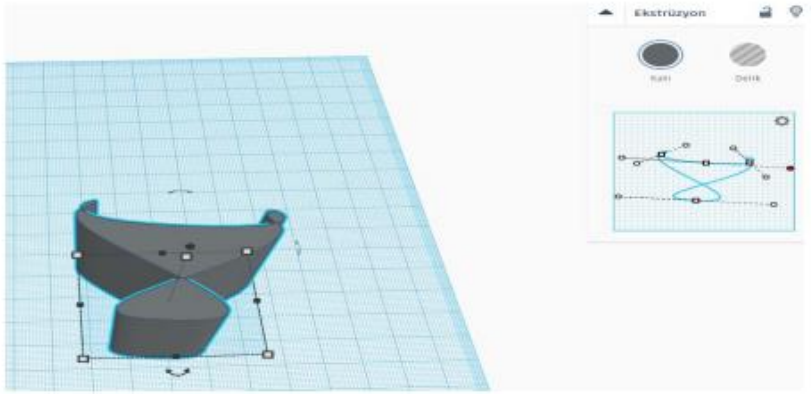
Bunlardan en çok kullanabileceğinizi düşündüğüm ve öne çıkanlar bölmesinde bulunan 'Ekstrüzyon' şeklini inceleyelim.

Buna ekstrüzyon şeklini seçip çalışma düzlemine sürüklemekle başlayalım. Şekli sürüklediğinizde şekle ait yan pencerede, siz kontrol noktaları ve tutamaçları sürükledikçe çalışma düzlemindeki şeklinizi değiştirecek aşağıdaki görselde olduğu gibi ızgaralı bir çizim penceresi görünür.



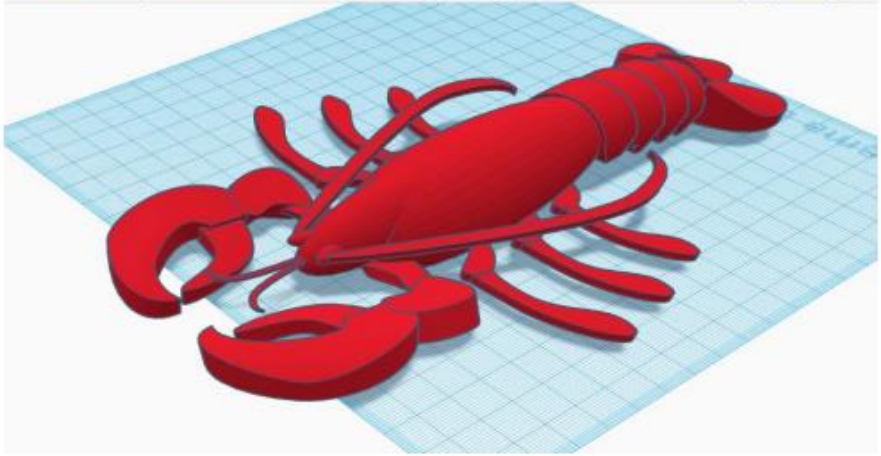
Yaptığınız her bir değişiklikte görüntü değişecektir... Çizim penceresinde bulunan tutamaçlar kullanılarak yumuşak eğriler oluşturulurken, noktalarla eğriler keskinleştirilerilir. Tutamaçlar ve noktalar arasıki mesafe, eğim vb. oluşacak olan nesne üzerinde etkilidir. Aşağıda bazı örneklere yer verilmiştir:





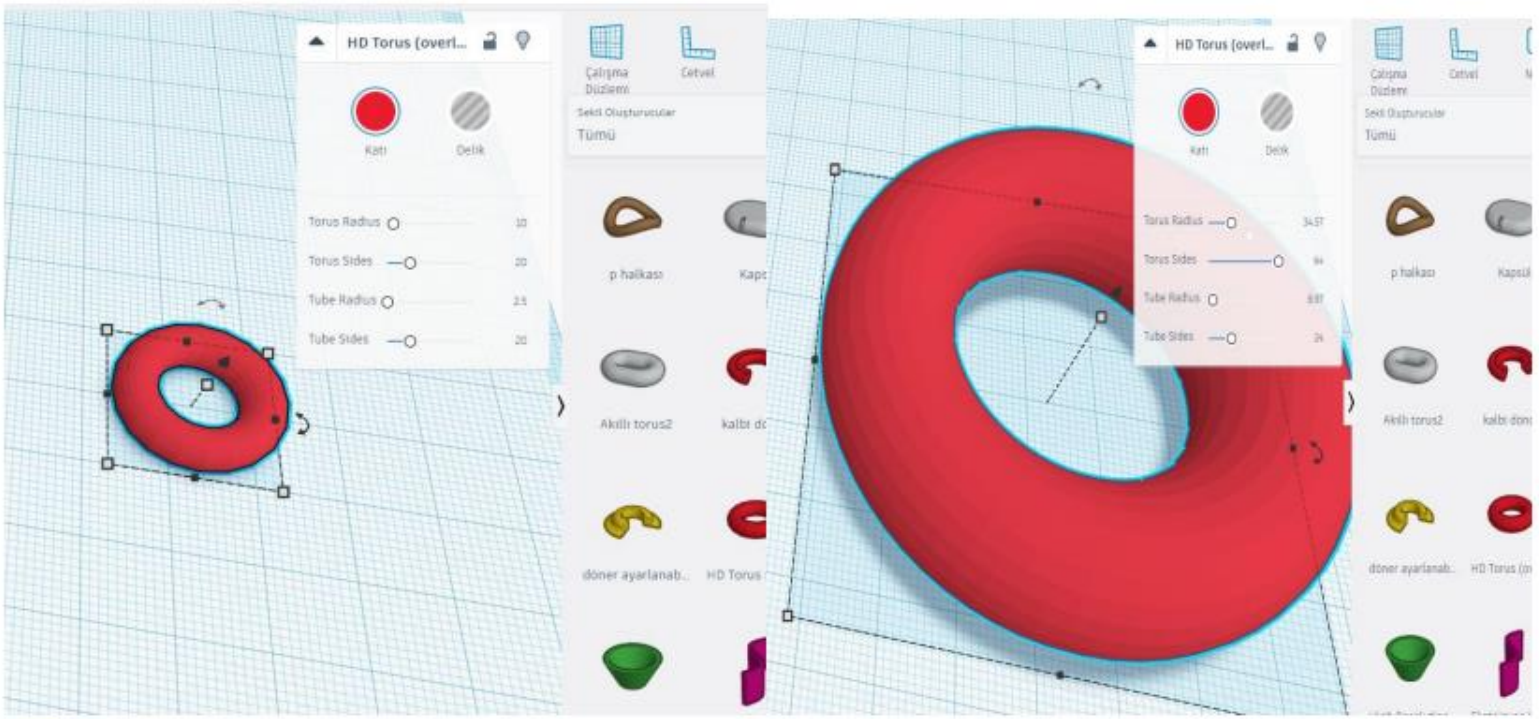
Ekstrüzyon ile oluşturulabilecek şekiller

Yalnızca ekstrüzyon nesnesini kullanılarak oluşturduğum ıstakoz modeli de aşağıdaki gibidir.



Yalnızca ekstrüzyon kullanılarak oluşturulan ıstakoz

Şimde de HD Torus şeklini inceleyelim.



HD Torus şekil düzenleyicisinin özellikleri

HD Torus şekline ait pencere incelendiğinde; Radius, sides gibi değişkenlerin olduğu görülmektedir. Burada yazan değerler değiştirildiğinde örneğin; şeklin tarafları arttırıldığında daha pürüzsüz ve oval bir yüzeye sahip olduğu; Radius kısımlarındaki değerlerin değiştirilerek de iç ve dış çeperlerinin değiştirilebildiği görülmektedir.

Not: Bu tarz özellikler temel şekillerden silindir gibi bazı şekiller için de geçerlidir...

EK 7. Quizler

EK 7.1. Mayoz Bölünme ve Eşeyli Yaşam Döngüleri İzleme Testi

MAYOZ VE EŞEYLİ YAŞAM DÖNGÜLERİ İZLEME TESTİ

Bu test sizin 'Mayoz ve Eşeyli Yaşam Döngüleri' konusuna ait bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Sizinle paylaşılan ders anlatım videosunu izledikten ve diğer paylaşılan içeriklerle konuyu öğrendikten sonra aşağıda verilen açık uçlu ve çoktan seçmeli soruları eksiksiz bir şekilde cevaplamanız gerekmektedir.

1. Öğrencinin Adı-Soyadı

2. Öğrencinin Numarası

3. 'Mayoz II' den önce DNA kendini eşler.' İfadesinin doğru veya yanlış olduğunu belirtiniz. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifadelerin doğrularını nedenleriyle birlikte yazınız. 12 puan

4. 'Gametler her zaman mayoz yoluyla üretilir.' İfadesinin doğru veya yanlış olduğunu belirtiniz. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifadelerin doğrularını nedenleriyle birlikte yazınız. 14 puan

5. ‘Mayozda 2 kere çekirdek ve sitoplazma bölünmesi görülürken mitozda bir kere görülür.’ İfadesinin doğru veya yanlış olduğunu belirtiniz. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifadelerin doğrularını nedenleriyle birlikte yazınız. 10 puan

6. ‘Mayoz kalıtsal çeşitliliği sağlarken mitoz kalıtsal devamlılığı sağlar.’ İfadesinin doğru veya yanlış olduğunu belirtiniz. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifadelerin doğrularını nedenleriyle birlikte yazınız. 12 puan

8 puan

Bilim insanları, FISH adı verilen bir teknik kullanarak insanlarda genetik bozuklukları tespit ederler. FISH, insan hücrelerinde genetik materyalin varlığını veya yokluğunu, yapısında var olan anormallikleri belirlemek için spektrografik analiz kullanan bir tekniktir. FISH'i kullanmak için bilim insanları, *prob* adı verilen DNA parçacıklarını bazı renklerle etiketlendirir. Bu problar numune DNA'sına bağlanır ve bilim insanları, laboratuvar ekipmanı kullanarak ortaya çıkan renkleri incelerler. FISH'in yaygın bir kullanımı, kanser hücrelerinin tespit edilmesidir. Çoğu zaman, kanser hücreleri kontrolsüz bir şekilde bölündükçe, kromozomların sayısı bozulur. Bu teknikle kanser hücrelerinde karyotip analizi, kromozomların spesifik düzenini gösterir. Diğer bir tipik kullanımı ise bir insan hücresinin anormal sayıda kromozoma sahip olduğu bir durum olan *anöploidi* koşullarını belirlemektir. Anöploidi, mayoz bölünme sırasında ayrılmama sonucunda kromozom sayılarında artış veya azalış olarak tanımlanabilir.

Bilim insanları FISH tekniği ile aşağıdaki bölünme aşamalarından hangisini incelemelidir ki ayrılmama olayını gözlemleyebilsin?

a. Profaz
b. Anafaz
c. Telofaz
d. Metafaz

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- A
- B
- C
- D

8. 5 puan

Mayoz bölünmesinin ikinci bölümü esasen _____.

a. Mayoz bölünmesinin ilk bölümünün tekrarıdır.

b. Haploid hücreleri diploid hücrelere dönüştürmenin bir yoludur.

c. İki haploid hücre ile başlayan ve dört haploid hücre ile biten mitozdur.

d. İki diploid hücre ile başlayan ve dört diploid hücre ile biten mitozdur.

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ◯ A
- ◯ B
- ◯ C
- ◯ D

9. 10 puan

Bir eşey hücre döngüsünün G1 evresinde olan diploid bir hücrenin DNA içeriği '6x' ise aynı hücrenin sırasıyla metafaz I'de ……. ve anafaz II evresinde ……. DNA içeriğine sahip olur.

Yukarıda boş bırakılan yerlere sırasıyla aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

a. 12x-6x

b. 6x-12x

c. 6x-6x

d. 12x-12x

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ◯ A
- ◯ B
- ◯ C
- ◯ D

10. Mayozun aşamalarından Profaz I ve Profaz II arasındaki fark nedir? 5 puan

11. Mayoz ve mitoz bölünme arasındaki farklar nelerdir? 24 puan

EK 7.2. Kalıtımın Kromozomal Esası İzleme Testi

KALITIMIN KROMOZOMAL ESASI İZLEME TESTİ

Bu test sizin 'Kalıtımın Kromozomal Esası' konusuna ait bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Sizinle paylaşılan ders anlatım videosunu izledikten ve diğer paylaşılan içeriklerle konuyu öğrendikten sonra aşağıda verilen açık uçlu ve çoktan seçmeli soruları eksiksiz bir şekilde cevaplamanız gerekmektedir.

1. Öğrencinin Adı-Soyadı

_____

2. Öğrencinin Numarası

_____

3. Genetik materyallerin aşağıdaki hangi özellik veya özelliklere sahip olması gerekir? 12 puan

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

- [ ] Kendini eşleme
- [ ] Bilgi depolama
- [ ] Bilgiyi ifade edebilme
- [ ] Mutasyona uğrayabilme

4. Kromozom, gen, nükleotid, DNA ve nükleozom'u küçükten büyüğe doğru sıralayınız. 10 puan

5. 6 puan

Ökaryotik DNA çekirdekte bulunurken prokaryotik DNA 'nükleoit' denen bölgede bulunur.

Ökaryotik DNA doğrusal yapı gösterirken prokaryotik DNA halkasal yapı gösterir.

Prokaryotik DNA'lar exon ve intron bölgeleri bulundururken ökaryotik DNA intronlardan yoksundur.

Ökaryotik DNA ve prokaryotik DNA ile ilgili verilen ifadelerin sırasıyla doğru veya yanlış olma durumu aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

a. D,Y,Y
b. Y,Y,Y
c. D,D,D
d. D,D,Y
e. Y,Y,D

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ◯ A
- ◯ B
- ◯ C
- ◯ D
- ◯ E

6. 13 puan

^{15}N'li besiyerinde üretilen *E. coli*, ^{14}N'lü besiyerine aktarılmış ve iki jenerasyon üretilmiştir(iki kez DNA replikasyonu). Bu hücrelerden elde edilen DNA santrifüj ile çöktürülmüştür. Bu deneyde beklediğiniz DNA yoğunluk dağılımı nedir? Yanıtınızı açıklayınız.

a. Bir adet yüksek yoğunlukta ve bir adet düşük yoğunlukta bant
b. Bir adet ara yoğunlukta bant
c. Bir adet yüksek yoğunlukta ve bir adet ara yoğunlukta bant
d. Bir adet düşük yoğunlukta ve bir adet ara yoğunlukta bant
e. Bir adet düşük yoğunlukta bant

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

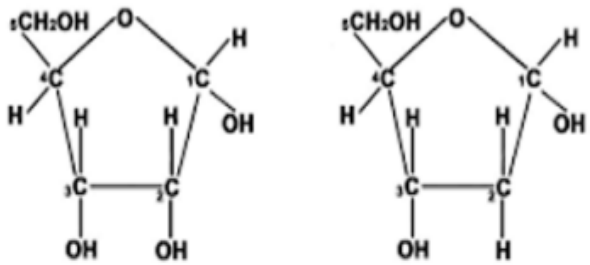
- ◯ A
- ◯ B
- ◯ C
- ◯ D
- ◯ E

7. 9 puan

Aşağıdaki tablo, birkaç canlı türündeki DNA'nın baz kompozisyonunu göstermektedir. Bu verilerin Chargaff kurallarını nasıl ispatladığını açıklayınız.

Kaynak	Adenin	Guanin	Sitozin	Timin
E. coli	%24.7	%26.0	%25.7	%23.6
Buğday	28.1	21.8	22.7	27.4
Denizkestanesi	32.8	17.7	17.3	32.1
Alabalık	29.7	20.8	20.4	29.1
İnsan	30.4	19.6	19.9	30.1
Sığır	29.0	21.2	21.2	28.7

8. 9 puan



Yukarıdaki pentoz şekerlerden hangisi riboz hangisi deoksiribozu temsil etmektedir? Nedeni ile açıklayınız. Onlara bağlanan organik bazlar vb. yönünden kısa bir karşılaştırma yapınız.

9. GAATTC olarak verilmiş olan bir polinükleotid dizisinde, hangisinin 5' ucu olduğunu söyleyebilir misiniz? Eğer söyleyemezseniz, uçları tanımlamak için hangi ilave bilgilere gereksinim duyarsınız? Bu noktada 5' 3' uçların ne olduğu ve nasıl anlaşıldığı, kesintili ve kesintisiz zincirin ne olduğunu açıklayınız. Bunlardan hareketle DNA'nın antiparalel yapısını da açıklayınız. 20 puan

10. DNA polimeraz I, DNA polimeraz III, ligaz, telomeraz, helikazlar(DnaB ve DnaC), DnaA ve DNA giraz enzimlerinin görevlerini birer cümleyle açıklayınız. 21 puan

EK 7.3. Protein Sentezi İzleme Testi

PROTEİN SENTEZİ İZLEME TESTİ

Bu test sizin 'Protein Sentezi' konusuna ait bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Sizinle paylaşılan ders anlatım videosunu izledikten ve diğer paylaşılan içeriklerle konuyu öğrendikten sonra aşağıda verilen açık uçlu ve çoktan seçmeli soruları eksiksiz bir şekilde cevaplamanız gerekmektedir.

1. Öğrencinin Adı-Soyadı

2. Öğrencinin Numarası

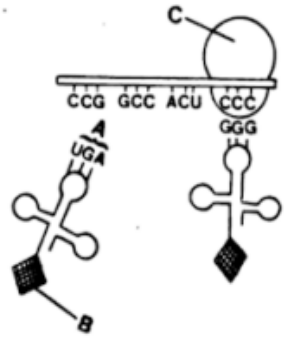
3. Tek bir amino asidi kodlayan DNA nükleotid baz sayısını belirtiniz. 5 puan

4. DNA'da her biri bir amino asidi kodlayabilecek maksimum 64 farklı baz kombinasyonu vardır. Bu kombinasyon sayısı nasıl hesaplanır? 10 puan

5. Protein sentezi için yaygın olarak 20 farklı amino asit kullanılır. Teoride, sadece 20 farklı baz kombinasyonuna ihtiyaç duyulur. Kalan 44 kombinasyonun neden ve nasıl kullanıldığını açıklayın. 14 puan

6. 9 puan

Aşağıdaki görselde A, B, C olarak etiketlendirilen yapıların neyi temsil ettiğini belirtiniz.



7. 5' başlık ve poli A kuyruğu'nun mRNA'ya takılması olayına ne ad verilir. Bu ekler nerede ve niçin takılır? 10 puan

8. Bir gendeki nükleotid baz dizisinin bir polipeptidi sentezlemek için nasıl kullanıldığını açıklayın. Cevabınızda sürecin adımlarını doğru sırada açıklamalısınız.(Olayların nerelerde gerçekleştiğini belirtmeyi de unutmayın.) 21 puan

9. 20 puan

Bir DNA zincirine ait baz dizisi AATCGCGGTCGCTCA' dır. Bu DNA zincirinin tamamlayıcı DNA dizisi ve transkripsiyon sonucu oluşan mRNAdizisi aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	Tamamlayıcı DNA dizisi	mRNAdizisi
A	AATCGCGGTCGCTCA	UUAGCGCCAGCGAGU
B	TTAGCGCCAGCGAGT	UUAGCGCCAGCGAGU
C	TTAGCGCCAGCGAGT	TTAGCGCCAGCGAGT
D	TTAGCGCCAGCGAGT	AAUCGCGGUCGCUCA

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ◯ A
- ◯ B
- ◯ C
- ◯ D

10. 11 puan

Her biri bir antikodon dizisine sahip 5 trna molekülü protein sentezinde görev almıştır. Analizler sonucunda dizi içeriğinin aşağıdaki gibi baz yüzdelerine sahip olduğu tespit edilmiştir:

Adenin %40, Sitozin %27, Guanin %13, Timin %0, Urasil %20

Hangi seçenekteki baz yüzdesi orijinal DNA molekülünün kalıp-anlamlı zincir bileşimini temsil etmektedir?

	Adenin	Sitozin	Guanin	Timin	Urasil
A	40	27	13	20	0
B	20	13	27	40	0
C	20	13	27	0	40
D	40	27	13	0	20

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- A
- B
- C
- D

EK 7.4. DNA Rekombinasyonu ve Mutasyon

DNA REKOMBİNASYONU VE MUTASYON İZLEME TESTİ

Bu test sizin 'DNA Rekombinasyonu ve Mutasyon' konusuna ait bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Sizinle paylaşılan ders anlatım videosunu izledikten ve diğer paylaşılan içeriklerle konuyu öğrendikten sonra aşağıda verilen açık uçlu ve çoktan seçmeli soruları eksiksiz bir şekilde cevaplamanız gerekmektedir.

1. Öğrencinin Adı-Soyadı

_____

2. Öğrencinin Numarası

_____

3. 10 puan

Mutasyonlar için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A. Mutasyonlar yeni alellerin kaynağıdır
B. Mutasyonlar evrim için hammaddedir.
C. Mutasyonlar bazen yararlı bazen zararlı olabilir.
D. Bir popülasyonda yeni bir özelliğe ihtiyaç duyulduğunda mutasyonlar meydana gelir.
E. Radyasyon ve kimyasal hasar mutasyonlara neden olabilir.

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ◯ A
- ◯ B
- ◯ C
- ◯ D
- ◯ E

4. 10 puan

Bir genin başlangıç sekansı/dizisi AUGTTCGACGTG'den AUGTTTCGACGTG'ye değişmiştir. Bu dizide meydana gelen mutasyon aşağıdakilerden hangisidir?

A. Çerçeve kayması mutasyonu
B. Translokasyon
C. Nokta mutasyonu
D. Yanlış anlam mutasyonu
E. İnversiyon

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ( ) A
- ( ) B
- ( ) C
- ( ) D
- ( ) E

5. DNA rekombinasyonun ne olduğunu tanımlayınız ve bir örnek veriniz. 10 puan

6. Gen dönüşümü nedir ve nasıl oluşur? 10 puan

7. Mutasyon nedir? Hangi hücrelerde görülür? Bunlarda görülen mutasyonun etkileri nasıldır? Açıklayınız. 10 puan

8. Mutasyonlar kaça ayrılır ve çeşitleri nedir? Açıklayınız. 15 puan

9. Kromozom mutasyonları nasıl meydana gelir? 15 puan

10. TACTTCAAACCGATT dizilimli bir DNA ipliğinin transkripsiyon sonucu oluşan mrna'sını ve translasyon sonucu oluşan amino asit dizilimini belirleyiniz. Bu DNA ipliğinin dizilimi bir mutasyon sonucu aşağıdaki gibi değişmiştir:TACTTCAAATCGATT. Bu durumda oluşan mrna ve amino asit dizisini belirleyerek meydana gelen nokta mutasyon tipini belirleyiniz. Eğer DNA ipliğinde meydana gelen mutasyon sonucu yeni dizilemesi TACATCAAACCGATT şeklinde olsaydı hangi nokta mutasyonu görüldüğü söylenebilirdi? 20 puan

İkinci harf

İlk harf	U	C	A	G	Üçüncü harf
U	UUU, UUC: Phe UUA, UUG: Leu	UCU, UCC, UCA, UCG: Ser	UAU, UAC: Tyr **UAA Stop** **UAG Stop**	UGU, UGC: Cys **UGA Stop** UGG Trp	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG: Leu	CCU, CCC, CCA, CCG: Pro	CAU, CAC: His CAA, CAG: Gln	CGU, CGC, CGA, CGG: Arg	U C A G
A	AUU, AUC, AUA: Ile **AUG Met**	ACU, ACC, ACA, ACG: Thr	AAU, AAC: Asn AAA, AAG: Lys	AGU, AGC: Ser AGA, AGG: Arg	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG: Val	GCU, GCC, GCA, GCG: Ala	GAU, GAC: Asp GAA, GAG: Glu	GGU, GGC, GGA, GGG: Gly	U C A G

EK 7.5. Virüs ve Bakteri Genetiği İzleme Testi

VİRÜS VE BAKTERİ GENETİĞİ

Bu test sizin 'Virüs ve Bakteri Genetiği' konusuna ait bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Sizinle paylaşılan ders anlatım videosunu izledikten ve diğer paylaşılan içeriklerle konuyu öğrendikten sonra aşağıda verilen açık uçlu soruları eksiksiz bir şekilde cevaplamanız gerekmektedir.

1. Öğrencinin Adı-Soyadı

_____

2. Öğrencinin Numarası

_____

3. Virüslerle ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur? İşaretleyiniz. 20 puan

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

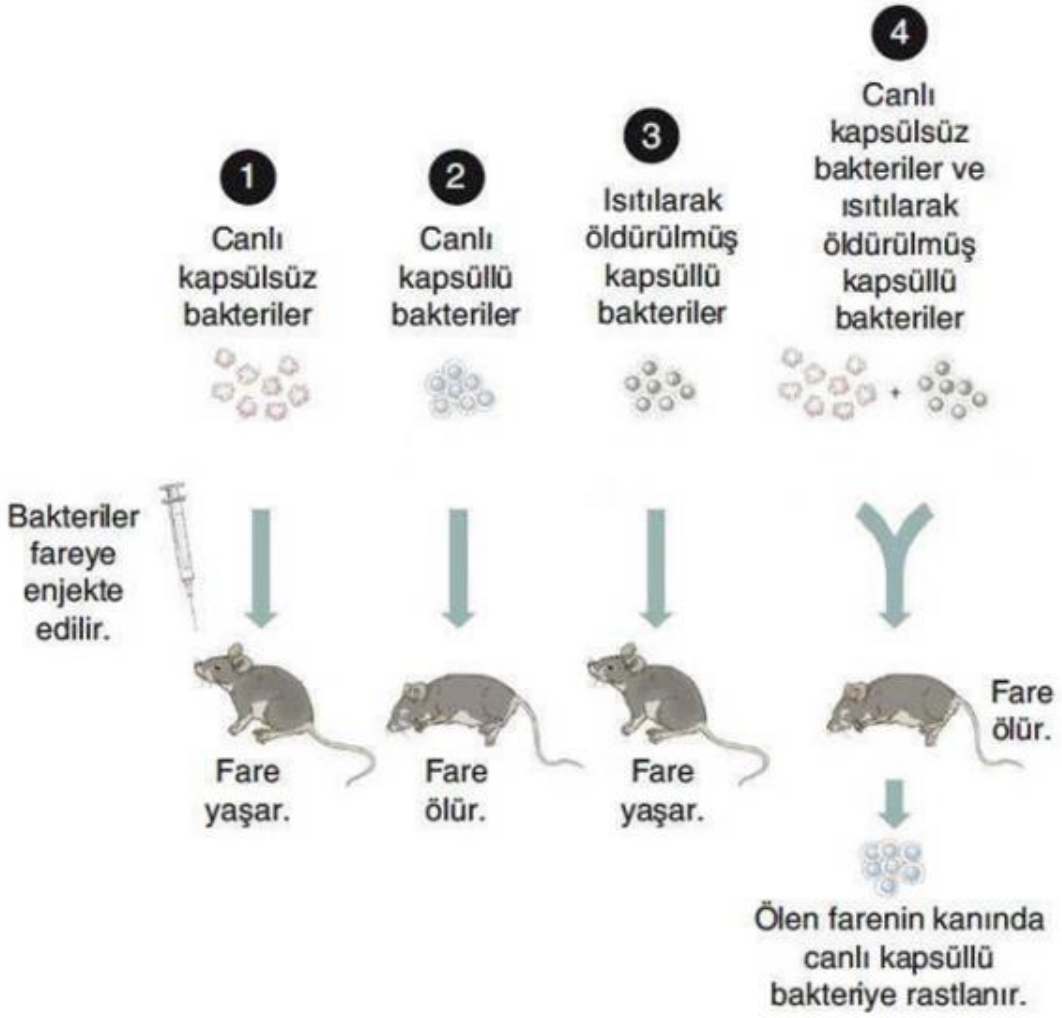
- [ ] Virüsler kendi kendine çoğalabilir.
- [ ] Bakterileri enfekte eden virüslere bakteriyofaj/faj denir.
- [ ] Virüslerin bazıları bakterilerden küçük bazıları daha büyüktür.
- [ ] Virüsler protein kılıf, genom ve enzim bulundurur.
- [ ] Parazit özellik gösterir.
- [ ] Viral genomlar tek veya çift sarmal DNA veya tek veya çift sarmal RNA'dan oluşur.
- [ ] Virüsler konakçı oldukları canlıların enzimlerini değil kendi enzimlerini kullanır.
- [ ] Hepsi zarf bulundurur.

4. Kalıtsal maddenin DNA mı yoksa protein mi olduğunu tespit etmek için Hershey ve Chase iki ayrı faj grubunu (T2 fajları) bir kısmını radyoaktif bir kükürt izotopu varlığında, diğer kısmını ise radyoaktif fosfor izotopu varlığında üretmişlerdir. Radyoaktif işaretleme ile üretilen fajları iki ayrı ortamda bakterilerle karıştırarak onları enfekte etmelerini sağlamışlardır. Her bir kültür ortamını santrifüj ederek bakterilerin test tübünün altına çökelmesini ve faj kısımlarının askıda kalmasını sağlamışlardır. Ardından çökelti ile çözeltideki radyoaktiviteyi ölçmüşlerdir. Ölçüm sonucunda çökeltide bulunan izotop hangisiyse onun hücre içine girdiği ve kalıtım materyali olduğu; çözelti içinde bulunanın ise hücre içine girmediği dolayısıyla kalıtım materyali olmadığı sonucunu çıkarmışlardır. a. Neden fosfor ve kükürt işaretlenmiştir? b. Bu olaydan hareketle litik ve lizogenik döngü nedir? Açıklayınız. c. Deney sonucunda neye ulaşılmıştır? 35 puan

5. Ilıman fajlar nedir? Açıklayınız. 10 puan

6. Bakterilerde genetik rekombinasyon ve gen transfer mekanizmaları olan transformasyon, konjugasyon ve transdüksiyon nedir? Birer cümleyle açıklayınız. 15 puan

7. Griffith'in gerçekleştirdiği deneyinin bir özeti aşağıdaki görselde gösterilmektedir. Deneyin bu şekilde sonuçlanmasının sebebi nedir? Bakterilerde gen aktarım mekanizmaları doğrultusunda açıklayınız. 20 puan



EK 7.6. Biyoteknoloji İzleme Testi

BİYOTEKNOLOJİ İZLEME TESTİ

Bu test sizin 'Biyoteknoloji' konusuna ait bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Sizinle paylaşılan ders anlatım videosunu izledikten ve diğer paylaşılan içeriklerle konuyu öğrendikten sonra aşağıda verilen açık uçlu soruları eksiksiz bir şekilde cevaplamanız gerekmektedir.

1. Öğrencinin Adı-Soyadı

2. Öğrencinin Numarası

3. Biyoteknoloji nedir? Uygulama alanlarına örnekler veriniz. 10 puan

4. Rekombinant DNA nedir ve nasıl elde edilir? Açıklayınız. 20 puan

5. Prob nedir ve ne amaçla kullanılır? Eğer istenen gen ..5'GCAATAACGGCG3'... ise bu gen için sentezlenen probun dizilimi nasıl olmalıdır? 10 puan

6. PCR nedir? Hangi amaçla kullanılır? Hangi aşamalardan meydana gelir? Açıklayınız. Uygulama alanlarına örnek veriniz. 20 puan

7. Nükleer Transplantasyon-Hayvanları klonlama nedir? Kuzu Dolly üzerinden klonlama sürecini ve sonuçlarını açıklayınız. 20 puan

8. Transgenik organizma nedir? Ne amaçla ve nasıl elde edilir? Açıklayınız. 20 puan

EK 8. Rapor Örnekleri

EK 8.1. Tinkercad Grubu Rapor Örneği-1

BİYOLOJİ 3 DERS RAPORU

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI:	G***** G**** Ü***
ÖĞRENCİNİN NUMARASI:	**100619*** **
TARİH:	**16/03/2021**
MODEL NUMARASI:	**1**

1. **MODELİNİZİN İSMİ:** HAYVAN HÜCRESİNİN MAYOZ BÖLÜNMESİ
2. **MODELİNİZİN AMACI:** HAYVAN HÜCRESİNİN MAYOZ BÖLÜNME AŞAMALARINI MODELLEYEREK GÖSTERİLMESİ

3. TEORİKBİLGİ:

3. **TEORİK BİLGİ:** Mayoz bölünme üreme ana hücrelerinde gerçekleşmekte olup kalıtsal çeşitliliği sağlarken aynı zamanda tür içindeki kromozom sayısının sabit kalmasını sağlar. Mayoz bölünme sırasında kromozomların hareketleri ve yapıları evre evre farklılık göstermektedir. Hayvan hücresinin mayoz bölünmesinin ilk evresi interfazdır. İnterfaz evresinde hücre bölünmeye hazırlık evresindedir. G1, S ve G2 evrelerinden oluşur. DNA kendini eşleyerek bölünmeye hazırlık yapar. Profaz1 evresinde: Kromatin iplikler kısalıp kalınlaşarak kromozomları oluştururlar. Biri anneden biri babadan gelen homolog kromozomlar tetrat oluştururlar, sentrioller iğ iplikçiği oluşturmaya başlar, kromozomlar krosing over yaparlar ve çekirdekçik erimeye başlar. Metafaz1 evresinde tetratları oluşturan homolog kromozomlar hücrenin eksenine doğru dizilip sentriyoller hücrenin kutuplarına doğru yer alırlar. Anafaz1 evresinde hücrenin eksenine dizilen homolog kromozomlar, sentriyollerin ürettiği iğ ipçikleriyle hücrenin kutuplarına çekilirler. Telofaz 1 evresinde hücrenin sitoplaması da bölünüp kromozom sayısı yarıya bölünmüş iki hücre oluşur ve çekirdekçik oluşmaya başlar. Hemen ardından profaz 2 evresine geçer interfaz evresi görülmez çünkü DNA kendini eşlemez. Eğer eşleseydi kromozom sayımız aynı kalırdı ve döllenme sırasında oluşan zigot normal bir insan kromozomun iki katına

sahip bir hücre oluştururdu. Mayozun ikinci evresi mitoz bölünmeyle çok benzerlik gösterir. Profaz 2 evresinde çekirdekçik erimeye başlar, kromatin iplikler kısalıp kalınlaşarak kromozomu oluştururlar. Burada tetrat oluşumu gözlenmez ve sentrioller iğ iplikçiği oluşturmaya başlarlar. Metafaz 2 evresinde kromozomlar hücrenin eksenine doğru dizilirler ve ardından anafaz2 evresine geçerler. Anafaz 2 evresinde mayoz 1 den farklı olarak kardeş kromatitler birbirinden ayrılırlar ve telofaz 2 de sitoplazma bölünerek her bir hücreden iki tane daha kromozom sayısı yarıya inmiş hücreler oluşturur. Sonuç olarak bakıldığında başlangıçta 2n=46 tane kromozoma sahip 1 hücre varken mayoz bölünme sonucunda n=23 tane kromozoma sahip 4 hücre oluşur.

4. **Modeliniz ile ilgili örnekleri inceleyiniz. İncelediğiniz örnekleri göz önünde bulundurarak modelinizi tasarlayınız. Tasarımını çiziniz ve kullanacağınız malzemelerin bir listesini yapınız.**
5. **ARAÇ VE GEREÇLER:** Tinkercad uygulaması, grafik tablet, paint.
6. **ALINAN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ**

Modelinizi tasarlarken herhangi bir güvenlik önlemi aldınız mı? Aldıysanız bunlar neydi?

Modelimi tasarlarken yaptığım şekilleri kaydetmeyi ve yaptığım her şeklin kopyasını kenara koydum. Çünkü modelimi yaparken bu tarz bir önlem beni bu modeli yaparken hem hızlandırdı hem de dikkatsiz davransam bile (istediğim gibi olmasa bile) bir tane daha şeklimin olması işimi kolaylaştırdı.

Yukarıda hazırladığınız tasarım doğrultusunda modelinizi oluşturunuz.

7. **MODELİN YAPILIŞI:** Öncelikle tinkercad uygulamasına üye olup bu programı iyi kullanmak oldukça önemli. Modelimin yapım aşamasına gelecek olursak yarım küreyi düzlemin üstüne koyarak istediğimiz rengi şeffaf biçimde seçiyoruz. Yarım kürenin kesilmiş kısmı üst tarafa bakacak şekilde yarımküreyi 180 derece döndürüyoruz. Bu küreyi kopyalayıp delikli bir şekilde yarım kürenin içini oyacak şekilde hizalıyoruz. (çorba kasesi gibi) gruplandır dediğimizde hücre zarı oluşmuş oluyor.(oluşan bu şekli kopyalayıp 180 derece döndürdüğümüzde hücre zarının üst tarafı da oluşmuş oluyor.) Aynı işlemleri yaparak (daha küçük bir biçimde) çekirdek zarını oluşturuyoruz. Burada tek fark profaz ve telofaz evrelerinde hücre zarının

parçalanıp oluştuğunu göstermekti. Bu gösterimi parabolit şeklini delik formunda seçerek çekirdek zarını deldim. Kromozomları yaparken; scribble şeklini seçerek X işareti yaptım. Krossing-overı göstermek için ise yine aynı scribble seçeneğinden sadece bir nokta yaptım o noktayı X işaretimin ucuna koyup gerekli hizalamaları yaptıktan sonra gruplandır yapıp çok renkli formuna tıkladığımda krosing over yapılmış oldu. sentriyollerin yapımında 2 silindiri biri dik diğeri yatay şeklinde iç içe koyup gruplandırdım. Gerekli olan bütün şekilleri bu şekilde yaptım. Daha sonra yaptığım bu şekilleri mayoz bölünme sürecinde hangi evrelere ait ise tek tek bunları yerleştirip hizaladım.

8. MODELİNİZ HAKKINDA YORUMUNUZ

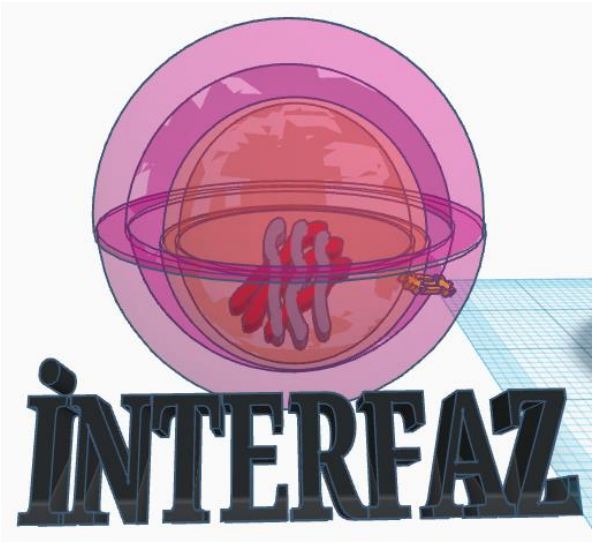
Modelinizi oluştururken daha önceki çizdiğiniz tasarımda değişiklikler yaptınız mı? Cevabınız evet ise, bu değişiklikler nelerdir? Neden bu değişiklikleri yapma ihtiyacı duydunuz?

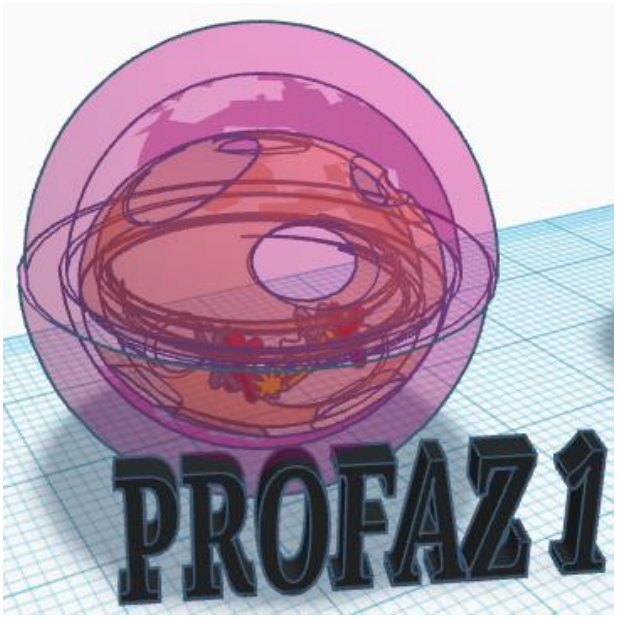
Arkadaşlarınızın yaptığı modelleri inceleyiniz. Farklı teknik kullanan var mı? Varsa nasıl? Diğer arkadaşlarınızın modellerini kendinizinkiyle karşılaştırınız.

Arkadaşlarımın modellerini incelediğimde genellikle herkes iki boyutlu çalışmıştı. (evet kalınlıkları vardı fakat kalınlıklarla ilgili bir çalışma yoktu. Sunarlarken hep kuş bakışı formunda sundular) Ben onlardan farklı olarak tamamen üç boyutlu bir çalışma sundum. Üç boyutlu çalışma sunan arkadaşlarımınkinden farklı olarak ise; arkadaşlarımınkinde hücrenin içine tam olarak giremiyorduk. Fakat benim modelimde yarım küre kullanmamdan dolayı (bir bütün küreyi iki ayrı yarım küre olarak düşünün ve bunlar birbirinden ayrılabiliyor.) çekirdekçiğin içini, kromozomları, krosing over olayını, tetrat oluşumunu, çekirdekçik parçalanması ve oluşmasını rahatlıkla inceleyip görebiliyoruz. Daha önce kafamda oluşturduğum taslak ile tamamen aynı model yaptım. Modelimi tasarlarken dikkat ettiğim hususlar şunlardır: Tinkercad uygulaması genellikle tasarım oluşturma ve yaptığımız tasarımları imkânlar doğrultusunda 3D yazıcı ile basma özelliği mevcuttur. Bu yüzden tasarımım hem ortaokul öğrencilerine hem de ortaokul fen bilgisi öğretmenlerinin yazıcıları varsa çıkartmaları eğer yazıcıları yoksa internetten kolayca ve bütün açılarıyla göstermeleri amacına uygun olarak tasarlanmıştır.

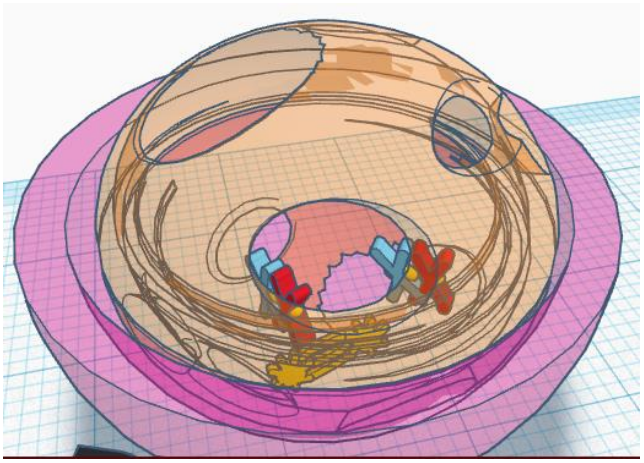
9. ÖNERİLERİNİZ

Raporu hazırlama süremiz biraz daha uzun olabilirdi. Hafta içi dersler olduğu için genellikle ödevler ve derslere vaktinde girmekle ilgileniyoruz. Hafta sonu olursa eğer hem modelimizi tamamlamak için hem de raporu daha detaylı hazırlamak için daha çok vaktimiz olacaktır.

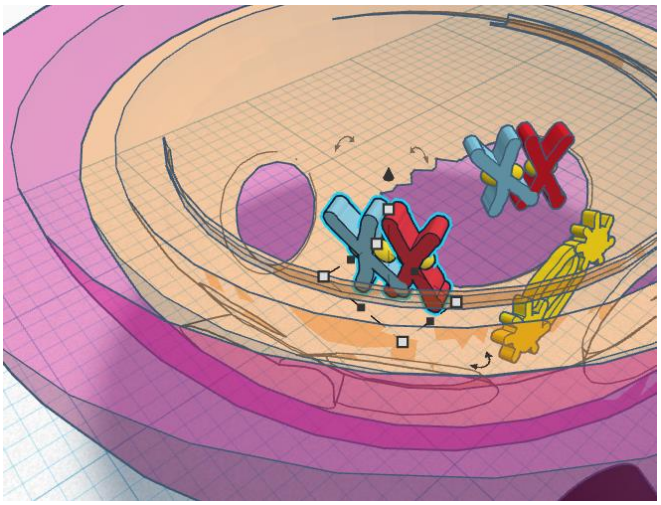


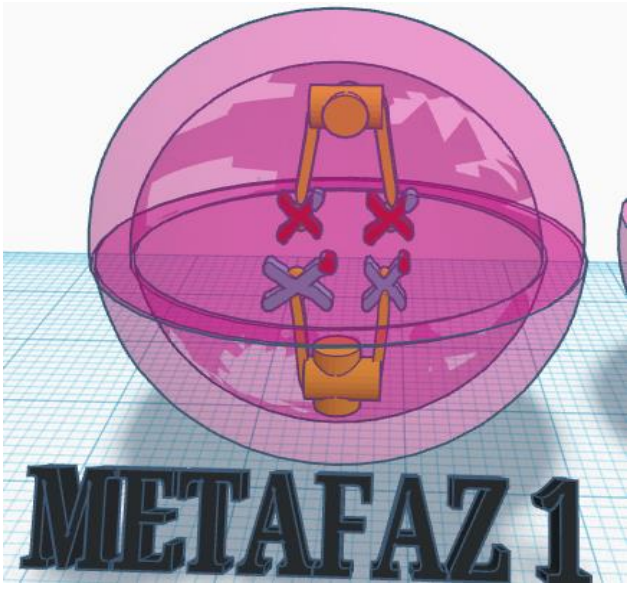


PROFAZ 1 HÜCRE İÇİ

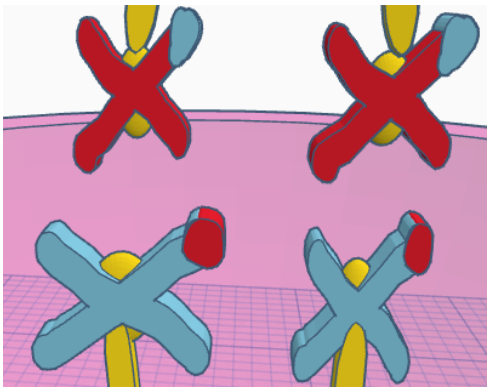


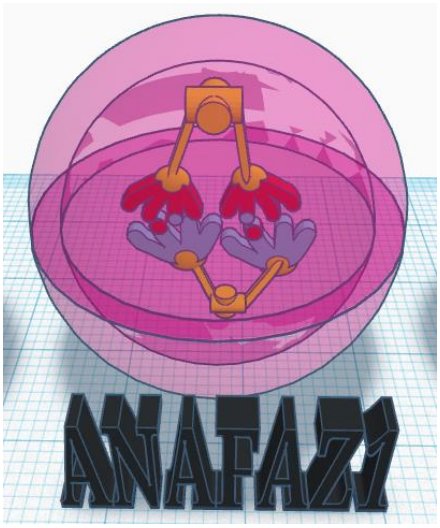
PROFAZ 1 ÇEKİRDEK İÇİ



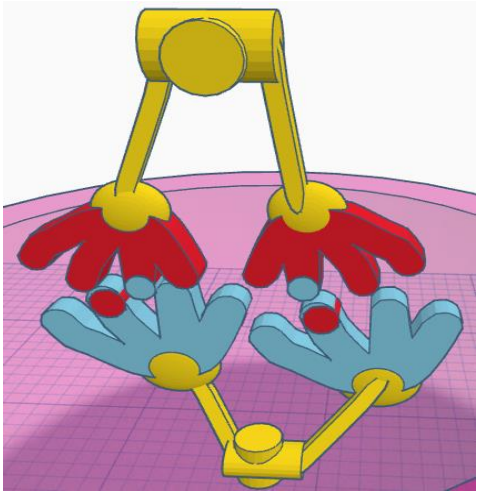


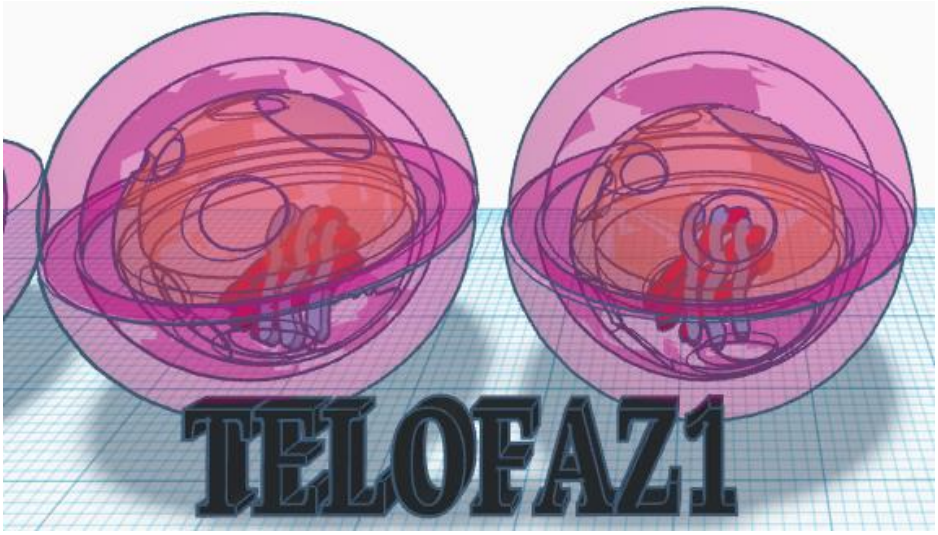
METAFAZ 1 HÜCRE İÇİ



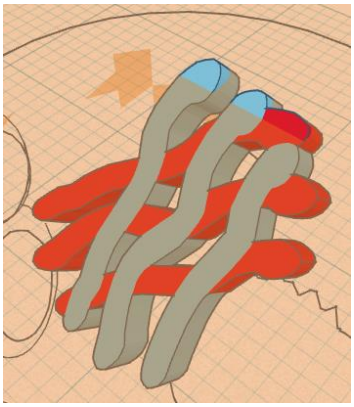


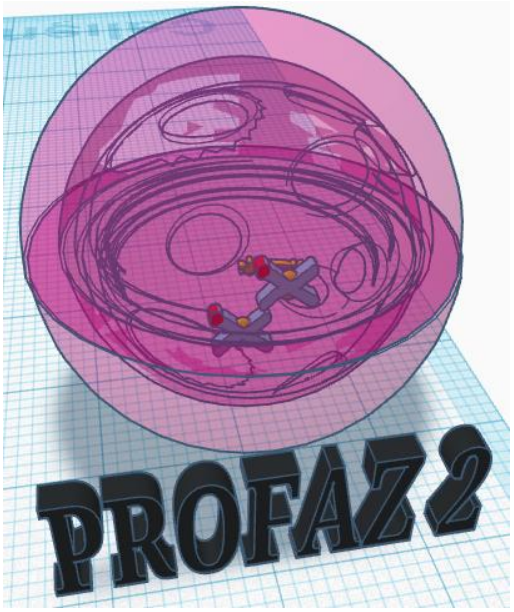
ANAFAZ 1 HÜCRE İÇİ



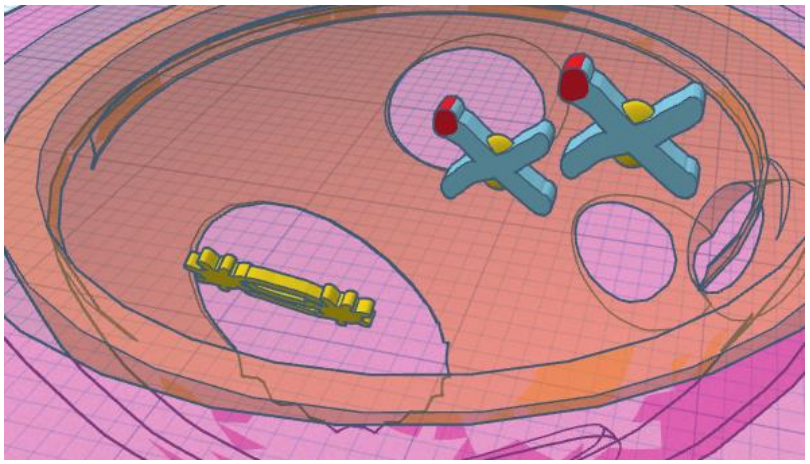


TELOFAZ 1 ÇEKİRDEK İÇİ

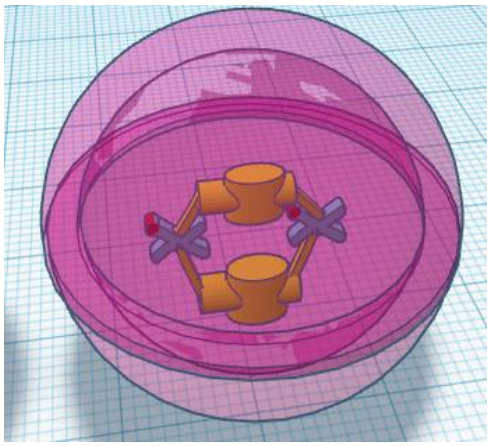




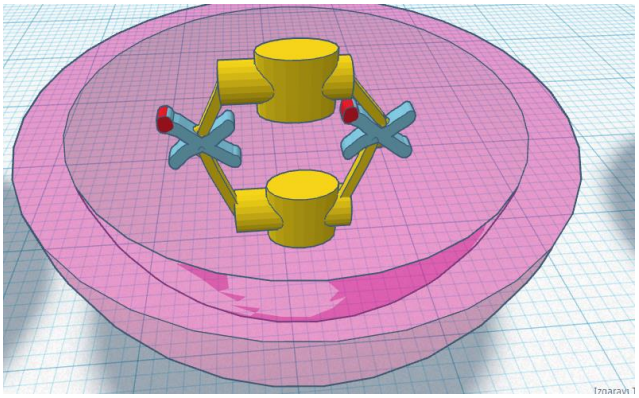
PROFAZ 2 HÜCRE İÇİ



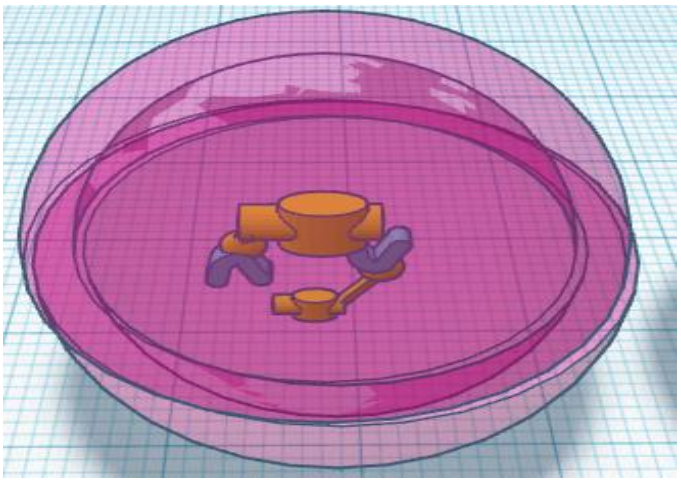
METAFAZ 2 HÜCRE DIŞI GÖRÜNÜMÜ



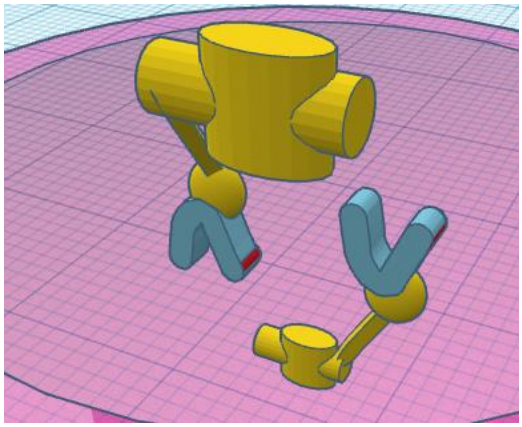
METAFAZ 2 HÜCRE İÇİ GÖRÜNÜMÜ



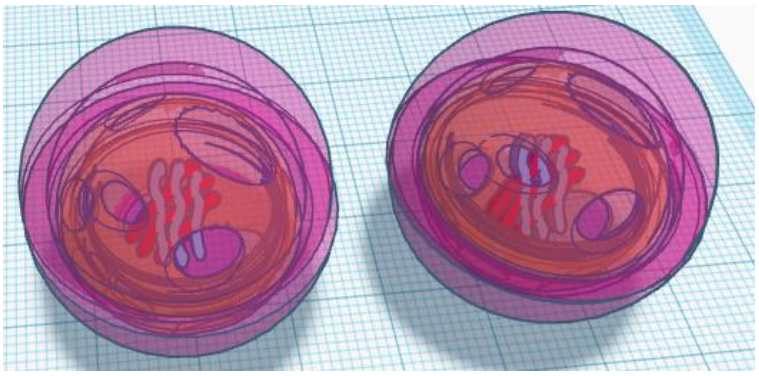
ANAFAZ 2 HÜCRE DIŞI GÖRÜNÜMÜ



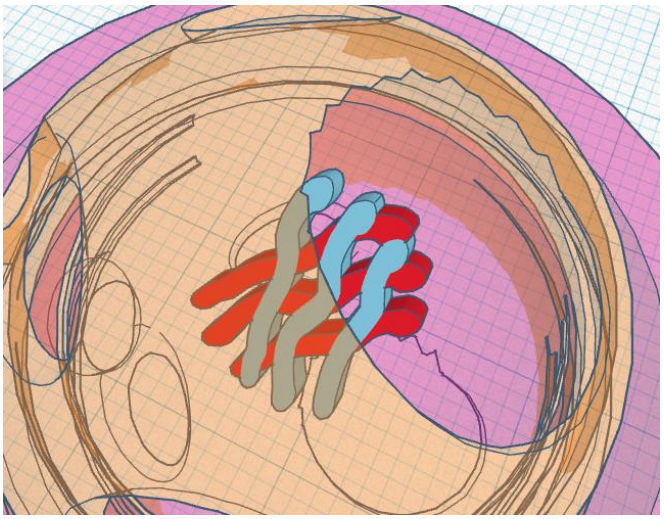
ANAFAZ2 HÜCRE İÇİ GÖRÜNÜMÜ



MAYOZ 1 DE OLUŞAN İKİ HÜCREDEN BİRİNİN TELOFAZ 2 HÜCRE DIŞININ GÖRÜNÜMÜ



TELOFAZ 2 HÜCRE İÇİ GÖRÜNÜMÜ



EK 8.2. Tinkercad Grubu Rapor Örneği-2

BİYOLOJİ 3 DERS RAPORU

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI:	**E***** G****
ÖĞRENCİNİN NUMARASI:	**100619*** **
TARİH:	**24.03.2021**
MODEL NUMARASI:	**2**

1. **MODELİNİZİN İSMİ: DNA Replikasyonu**
2. **MODELİNİZİN AMACI:** Biyoloji 3 de öğrendiğimiz "DNA replikasyonu" konusunu 3 boyutlu olarak daha iyi anlamak.

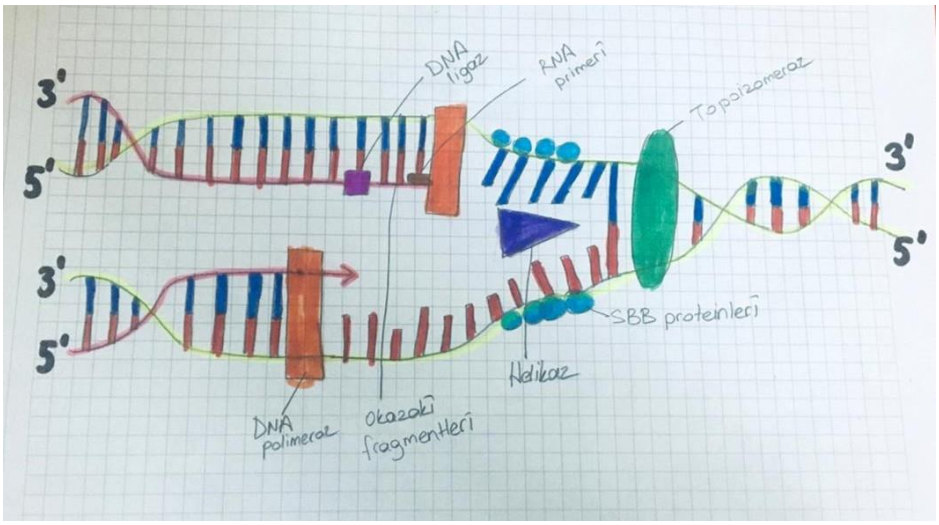
3.TEORİK BİLGİ

DNA kendini eşlerken fermuar şeklinde açılır ve bu sırada Sitoplazmadan alınan nükleotid parçalarıYENİ ipliği oluştururlar. Böylece olay sonunda genetik şifrenin değişmediği iki DNA oluşur bu olaya REPLİKASYON adı verilir. Bölünme öncesi bütün hücrelerde görülür.

Peki, DNA replikasyonu nasıl gerçekleşir?

DNA sarmalı DNAa denen özgül bir protein ilk basamakta açılmasını sağlar. DNA sentezinin başladığı noktalara bağlanarak sarmalın daha da açılmasını sağlayan DNAb ve DNAc proteinlerinin (Helikazlar) bağlanması ile hidrojen bağlarını ATP enerjisi kullanarak açarlar. Sarmal açıldıkça sarmalın gerilimi arttığı için DNA giraz enzimi bu tip kıvrılmaları gevşetir. DNA sentezinin başlamasıiçin RNA primerine gereksinim vardır: DNA Polimeraz 3'ün polinükleotit zincirini uzatması için bir primere ihtiyacı vardır ki bu RNA dır. Önce kalıp DNA üzerinden DNA ya eşlenik olan kısa bir RNA parçası sentezlenir. DNA polimeraz 3 RNA'ya 5'-deoksiribonükleotitleri takmaya başlayarak DNA sentezini başlatır. Daha sonra RNA DNA polimeraz 1'in etkisi ile sentezlenen DNA dan ayrılır. Antiparalel zincirde DNA sentezi kesintisiz ve kesintili olarak gerçekleşir. DNA Polimeraz 3 sentezi yalnızca 5' 3' yönünde gerçekleştirebilir. Bu nedenle zincirin birinde kesintisiz diğerinde ise kesintili DNA sentezi yapılır. Kesintili sentez zinciri RNA primerini her defasında kullanır, RNA'yı ayırmayı DNA Polimeraz 1, fragmanları birleştirmeyide DNA ligaz enzimi yapar. Sentez Kesintili ve Kesintisiz zincirlerde aynı anda yapılır. Hata okuma ve düzeltme DNA replikasyonunun ayrılmaz bir parçasıdır: oluşan hataları polimeraz 1 ve 3 3' 5' yönünde hataları saptar ve zincirden çıkarır. Artık DNA replikasyonu gerçekleşmiş olur.

Modeliniz ile ilgili örnekleri inceleyiniz. İncelediğiniz örnekleri göz önünde bulundurarak modelinizi tasarlayınız. Tasarımını çiziniz ve kullanacağınız malzemelerin bir listesini yapınız.



Tinkercad uygulamasını kullanarak yaptım. Yapmayı düşündüğüm tasarım da yukarıdaki gibi görülmektedir.

4. ALINAN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

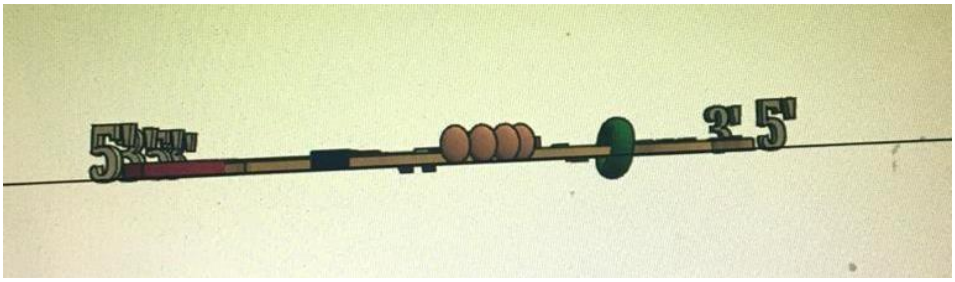
Modelinizi tasarlarken herhangi bir güvenlik önlemi aldınız mı? Aldıysanız bunlar neydi?

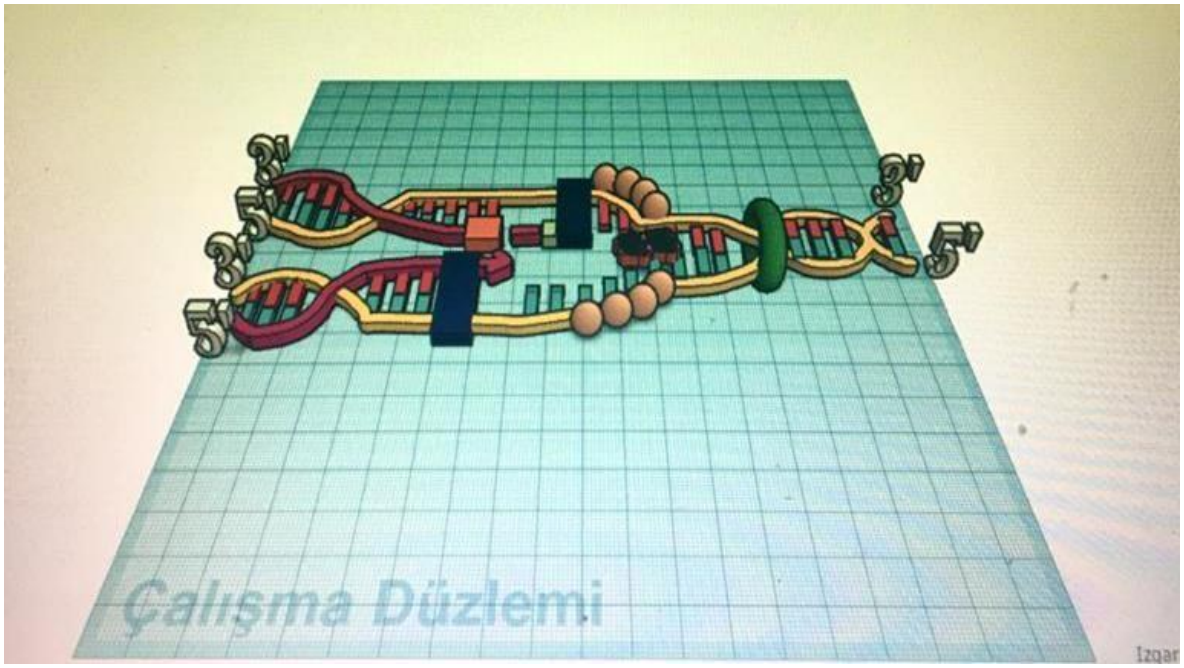
Herhangi bir güvenlik önlemi almadım. Tinkercad modelleme programını kullandım.

5. MODELİN YAPILIŞI

Modeli yaparken önceden tasarladığım tasarımın bir benzerini hatta aynısını yapma kararı aldım ve aşağıdaki görsellerdeki modeli yaptım.

DNA replikasyon modeli



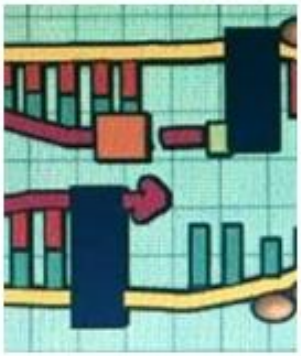


Yukarıda farklı açılardan yaptığım modelin görünümlerini görünmektedir. Çift sarmallı görülen DNAnın şeklini scribble şekli ile yaptım. Diğer görülen bazları, DNA polimeraz,helikaz, SBB proteinlerini, DNA giraz,likaz ,RNA primerini ve okazaki fragmentlerini diğer temel şekiller ile yaptım.



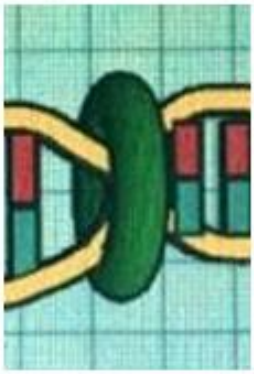
Yandaki resimde yuvarlak ile işaretlenen helikazdır. Helikazın görüntüsü bu yapıya benzediği için yandaki şekildeki gibi yaptım.

Helikaz: DNA sarmalını çözen enzimdir.



Yandaki görselde ise lacivert renkte gözüken DNA polimerazdır.

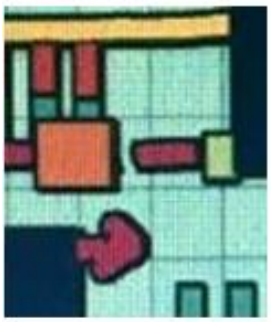
DNA polimerazların bir çok görevi vardır. Ama temel görevi kalıp zincire komplamenter yeni DNA zincirini sentezleyen, hata okuma yapan, zinciri uzatandır.



Yandaki şekilde halka şeklinde görülen yapı topoizomerazdır.Diğer bir deyişle DNA girazdır.Görevi ise sarmalın açıldıktan sonra gerilen zincirin gevşemesini sağlamaktır.



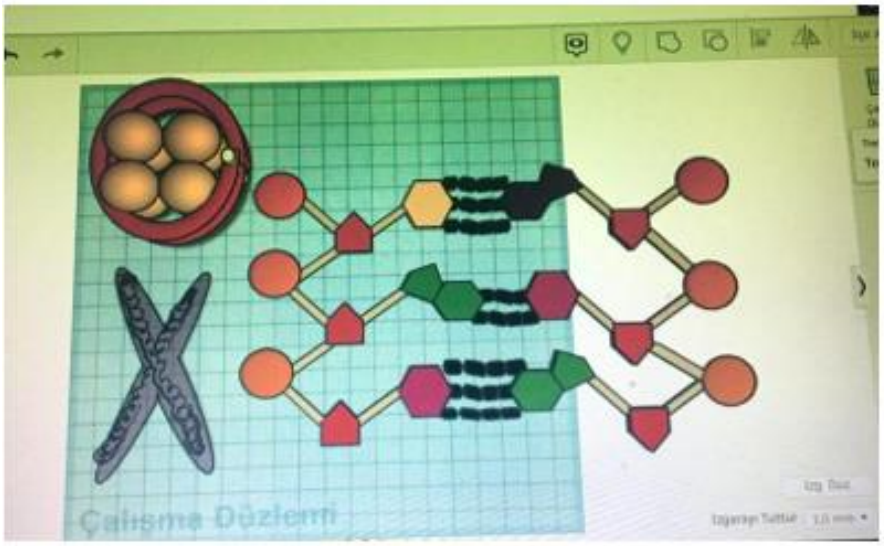
Yandaki görselde yuvarlak olarak gözüken yapı ise SBB proteinleridir. Amacı ise replikasyon çatalının sürekliliğini saglayarak tek DNA ipliğine bağlanarak katlanmayı önlemektir.

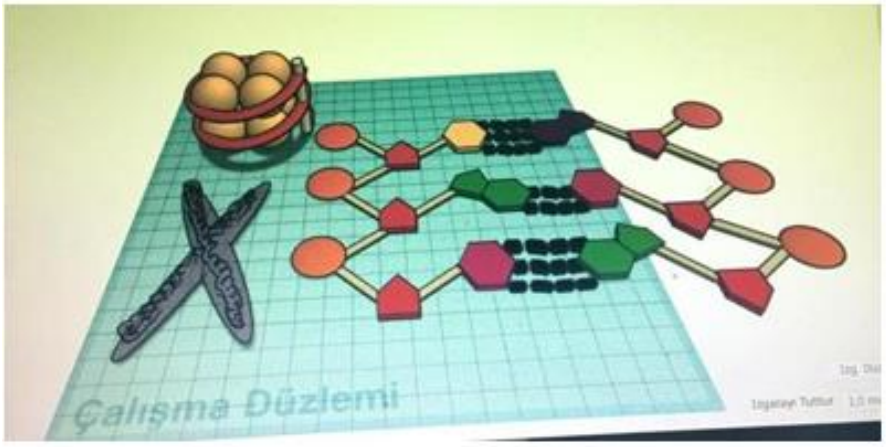


Görselde turuncu renkte gözüken yapı DNA ligazdır. DNA ligaz, birbirlerini takip eden okazaki parçalarını fosfodiester bağı ile birleştirerek kesikli kolu tamamlar.

Su yeşili gibi gözüken yapı ise RNA primeridir. DNA sentezinin başlıyabilmesi için gerekli olan enzimdir.

DNA ligaz olarak temsilen modellediğim DNA ligazın yanındaki boşluklu yapı vepembe gözüken parça ise okazaki fragmentleridir. Kesikli zincirde bulunan; replikasyon çatalının ters yönünde, aralıklı olarak küçük DNA parçaları halinde sentezlenen bu küçük DNA parçalarına okazaki parçaları adı verilir.

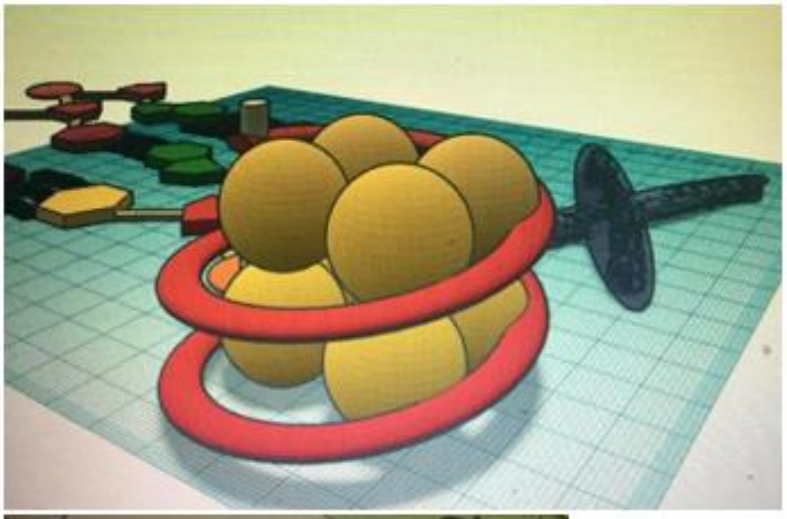




Yukarıda görülen yapılar ise nükleozom, kromozom ve nükleotiddir.

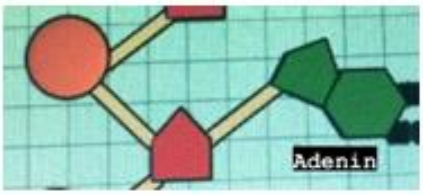
Aşağıda farklı açıdan görüntüleri de görülmektedir.



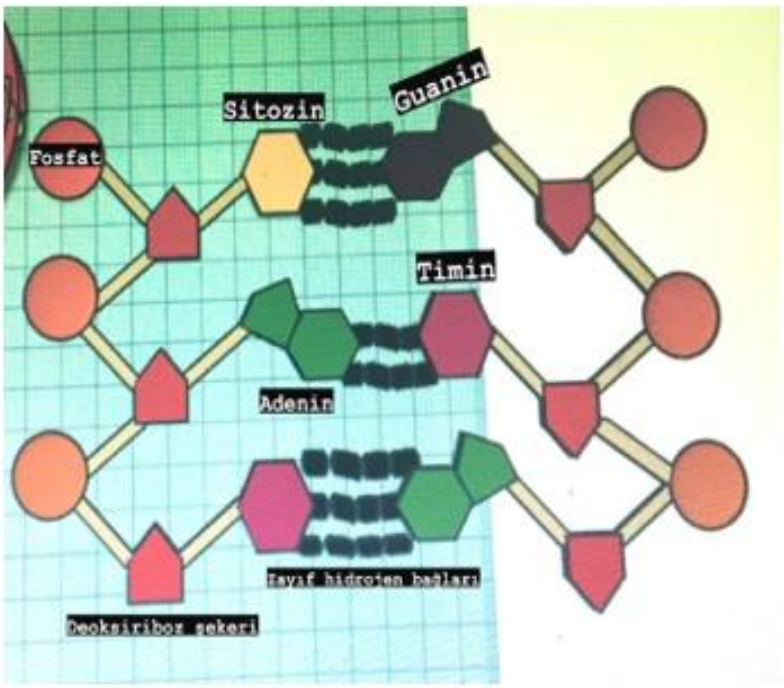




Yandaki görselde görülen yapı nükleozomdur. Nükleozomlar, kromatin üzerinde bulunan, DNA ipliğinin histonlar üzerine sarılmasıyla oluşan yaklaşık 100 A^0 aralıklarla yerleşmiş 4'lü formda bulunan nükleoproteinleridir. Nükleozomlar histon proteinlerinden oluşurlar.



Yandaki yapı nükleotiddir.



Görseldeki yapı ise DNA daki nükleiotid yapısının antiparalel olarak nasıl olduğunu görmekteyiz.

Bazlardan Adenin ile Timin arasında ikili, Guanin ile sitozin arasında üçlü zayıf hidrojen bağları bulunur. Bu zayıf hidrojen bağları DNA çift sarmalını bir arada tutar. Her zaman A karşısına T, G karşısına C gelir. DNA'danükleotidlerden birinin fosfatı diğerinin şekeri ile özel bir bağ yapar. Bu bağa 3-5 fosfo-diester bağı denir. Bir zincirdeki nükleotidler, fosfodiester bağları ile birbirine bağlıdır. Çift sarmalda bir iplikteki nükleotitlerinbirbirine bağlanma yönü, öbür ipliktekilerin yönünün tersidir. DNA ipliklerinin bu düzenine antiparalel denir. DNA ipliklerin asimetrik olan uçları 5′ (beş üssü) ve 3′ (üç üssü) olarak adlandırılır, 5′ uç bir fosfat grubu, 3′ uç ise bir hidroksil grubu taşır.



Görseldeki morumsu renkteki yapı ise kromozomdur.

Kromozom, DNA'nın "histon" proteinleri etrafına sarılmasıyla, yoğunlaşarak oluşturduğu, canlılarda kalıtımı sağlayan genetik birimlerdir.

6. MODELİNİZ HAKKINDA YORUMUNUZ

Modelinizi oluştururken daha önceki çizdiğiniz tasarımda değişiklikler yaptınız mı? Cevabınız evet ise, bu değişiklikler nelerdir? Neden bu değişiklikleri yapma ihtiyacı duydunuz?

Daha önceki çizdiğim tasarımda birkaç değişiklik yaptım. Örneğin helikazı üçgen şeklinde yapmak yerine gerçekte nasıl görünüyor ise öyle yaptım. Modelimdeki yapıların renklerinde değişiklik yaptım. Bu değişiklikleri yapma ihtiyacı duymamın nedeni ise renk uyumunun daha iyi olmasını ve helikazın daha orijinal olarak gözükmesini istediğim için.

Arkadaşlarınızın yaptığı modelleri inceleyiniz. Farklı teknik kullanan var mı? Varsa nasıl? Diğer arkadaşlarınızın modellerini kendinizinkiyle karşılaştırınız.

Arkadaşlarımın modelleri benim modelimden biraz farklılık gösteriyordu. Özellikle DNA' nın antiparalel yapısını gösterirken daha değişik modeller ortaya çıkmıştı. DNA replikasyonu modeli genellikle herkeste aynıydı. Sadece yapılan DNA zincirlerinin yapısı farklıydı veya DNA replikasyonunda görev alan yapıların şekilleri farklıydı. Ama herkesin genellikle güzel olmuştu.

EK 8.3. Somut Model grubu Rapor Örneği-1

BİYOLOJİ 3 DERS RAPORU

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI:	E*** A******
ÖĞRENCİNİN NUMARASI:	**100619*** **
TARİH:	**29.03.2021**
MODEL NUMARASI:	**3**

1. **MODELİNİZİN İSMİ:** PAMUKLU KUTU

2. **MODELİNİZİN AMACI:** protein sentezini kavratmak, transkripsiyon, translasyon,maturasyon aşamalarını kavramak ve öğrenmek.

3. **TEORİK BİLGİ:**

Transkripsiyon:

- DNA dan olan bilginin alınıp aynısının Mrna için kopyalanmasıdır.
- Yeniden yazmak anlamı vardır.
- Hücre çekirdeğinin içinde gerçekleşir.
- RNA polimeraz DNA nın promotör bölgesine bağlanıyor ve iplikleri ayırıyor (nereye bağlanılacağını promotör bölgesinde anlıyor) ve daha sonrasında RNA'yı kodluyor
- 2 aşamada gerçekleşir;

1- DNA dan öncül Mrna ya geçiş

2- öncü Mrna, Mrna, çekirdeği terk edip proteine geçiş yapma

- RNA polimeraz DNA'nın promotör bölgesine bağlanıyor ve iplikleri ayırıyor. (nereye bağlanılacağını promotör bölge sayesinde anlıyor.) ve daha sonrasında RNA' yı kodlar. Bu kodlama DNA polimeraz gibi sadece 3' 5' ucuna nükleotit ekleyerek gerçekleşir. Yani 5' 3' yönünde kodlama gerçekleşiyor.
- RNA polimerazın durması için durdurucu bölgeye girmesi gerekiyor.
- Ökaryotlarda öncül mrna işlenip mrna şeklini almalı.

- 5’ 3’ ucunda 5’ başlığa değişmiş guanin ekleniyor.
- Diğer uca ise poli(A) kuyruğu ekleniyor. Bu iki yapı MRNA nın hasar görmesiniengeller.
- **İntron:** anlamsız dizilerdir. Bunlar kod sağlayamadıklarından atılıyor ve iki ucunbirleştirilmesi gerçekleşiyor.

Translasyon:

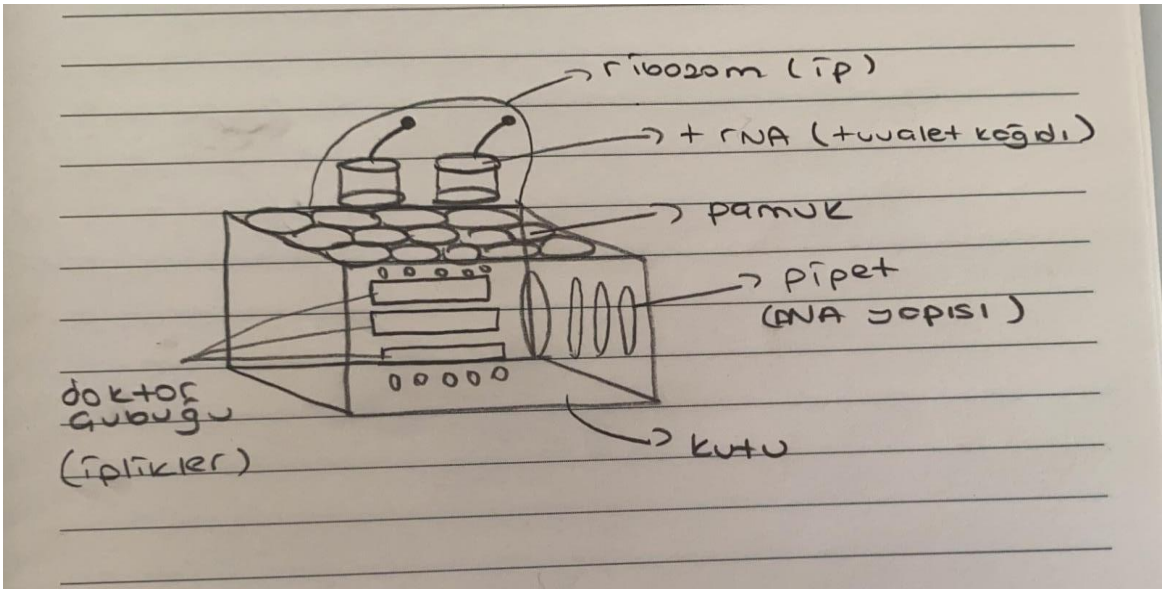
- Kromozomlarımızın üzerindeki genler belli polipeptit ve proteinlerikodlayabiliyorlar.
- Mrna ribozomun polipeptidine gidiyor.
- Ribozom proteinlerden oluşuyor.
- Trna kaşıyıcı RNA dır.
- AUG başlangıç kodonu
- 4*4*4*= 64 kodon bulunmakta.
- 61 kodon aminoasit sentezliyor.
- 3 kodon = UAA, UAG, UGA durdurucu kodon olarak görev yapıyor.

4. **Modeliniz ile ilgili örnekleri inceleyiniz. İncelediğiniz örnekleri göz önünde bulundurarak modelinizi tasarlayınız. Tasarımını çiziniz ve kullanacağınız malzemelerin bir listesini yapınız.**

5. **ARAÇ VE GEREÇLER**

- Ayakkabı kutusu
- Pamuk
- İki tuvalet kağıdı rulosu
- Şönil
- 3 renk oyun hamuru
- 3 adet doktor çubuğu
- 4 renk pipet
- Bant
- Yapıştırıcı

- İp



6. ALINAN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Modelinizi tasarlarken herhangi bir güvenlik önlemi aldınız mı? Aldıysanız bunlar neydi?

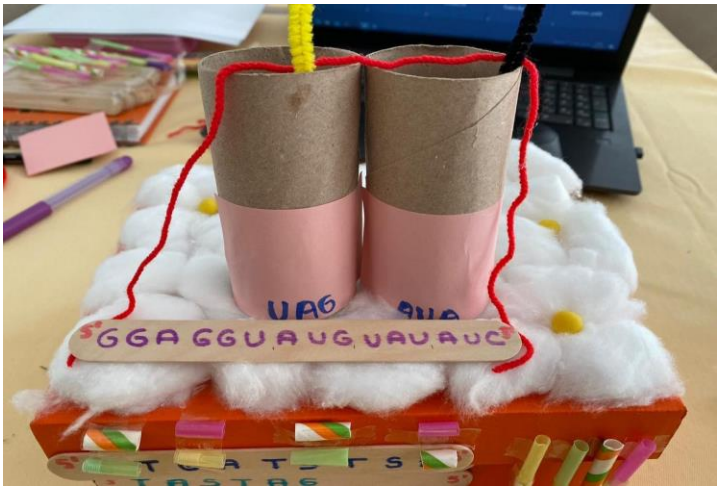
Herhangi bir güvenlik önlemi almadım. Herhangi tehlike yaratacak malzeme kullanmadım.

Yukarıda hazırladığınız tasarım doğrultusunda modelinizi oluşturunuz.

5. MODELİN YAPILIŞI







İlk başta aldığım kutumun üzerini pamuk ile kapladım daha sonra doktor çubuklarına kodlayıcı iplik, RNA ve şablon iplik zincirlerinin kodlarını yazdım.

DNA' nın sarmal yapısını ifade etmek için pipetlerle ikili baz şeklinde DNA sarmal yapısı tasarladım ve bunun ayrıldığını göstermek için de pipetlerden küçük parçalar kesip ipliklerimin alt ve üst kısımlarına bunları yazdım. Pamukla kapladığım alanda ise

translasyon aşamasını göstermek istedim. Doktor çubuğuna yazdığı zincire bağlanan t rnaları göstermek içinde tuvalet kağıdı rulosu kullandım. Şönil ile t RNAların uçlarını hazırlayıp yapıştırdım. Üstlerine de metiyonini temsil etmeleri için hamur parçaları ekledim. En sonda ribozom yapısını temsil etmeleri için üzerlerini kırmızı ip ile çerçeveledim. Son olarak harcanan ATP' leri temsil etmesi için pamuklarımın üzerine harcanan ATP' leri göstermek için sarı hamur kullandım.

7. MODELİNİZ HAKKINDA YORUMUNUZ

Modelinizi oluştururken daha önceki çizdiğiniz tasarımda değişiklikler yaptınız mı?Cevabınız evet ise, bu değişiklikler nelerdir? Neden bu değişiklikleri yapma ihtiyacıduydunuz?

Arkadaşlarınızın yaptığı modelleri inceleyiniz. Farklı teknik kullanan var mı? Varsanasıl? Diğer arkadaşlarınızın modellerini kendinizinkiyle karşılaştırınız.

Kafamdaki modeli birebir uyguladım sadece DNA' nın heliks yapısını belki gösterebilirdim. Fakat 3 model içinde içime en çok sinen modelim bu model oldu.

Arkadaşlarımın modellerinin çoğunun birbirine benzediğini düşünüyorum.

EK 8.4. Somut Model grubu Rapor Örneği-2

BİYOLOJİ 3 DERS
RAPORU

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI:	N**** T******
ÖĞRENCİNİN NUMARASI:	**100619*** **
TARİH:	**12.04.2021**
MODEL NUMARASI:	**5**

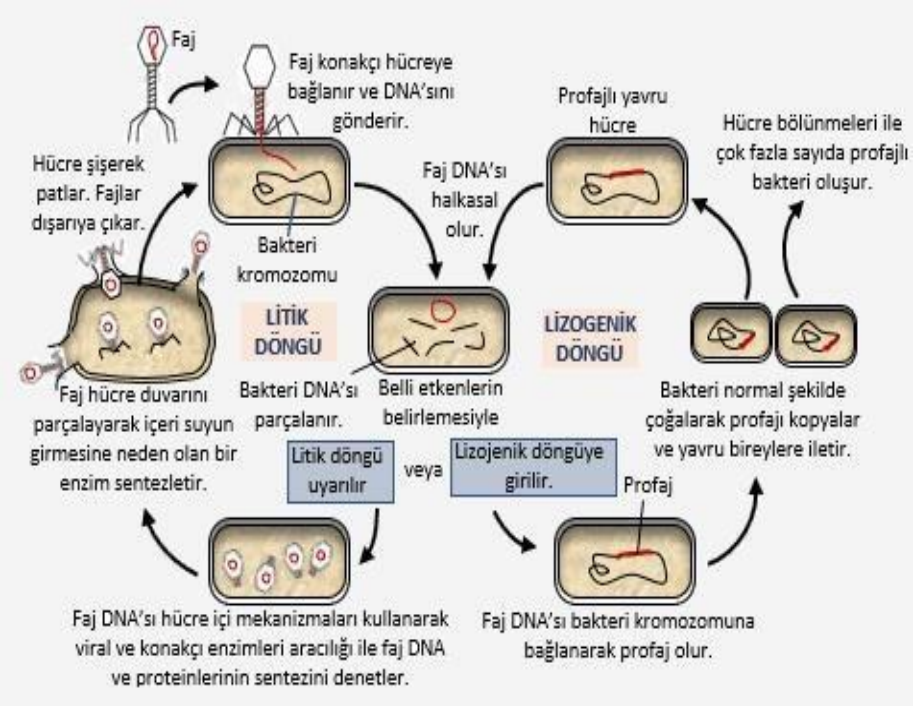
1. MODELİNİZİN İSMİ

Bakterilerin üreme döngüleri ve Konjugasyonu

2. MODELİNİZİN AMACI

Bakterilerin üreme döngülerini ve konjugasyonunu modellemek

3. TEORİK BİLGİ



LİTİK DÖNGÜ: Konakçı hücrenin ölümüyle sonuçlanan çoğalma döngüsüdür.

LIZOGENIK DONGU: Virüs genomunun konakçıya zarar vermeden çoğalmasıdır.

Litik Döngü

- Virüs yanaştığı hücre zarının üstüne kenetlenir.
- Hücre zarını sahip olduğu özel bir enzim ile delerek sadece içindeki nükleik asidi (DNA veya RNA) hücrenin içine aşılar. Virüsün protein kılıfı ve diğer kısımları hücre dışında kalır.
- Hücre içine giren virüse ait genetik materyal (genom), bakterinin nükleotitlerini kullanarak eşlenir. Bakterinin amino asitlerini kullanarak protein kılıflarını üretir.
- Üretilen protein kılıfların içine çoğaltılan genetik materyal (burada DNA) yerleştirildikten sonra diğer parçalarla birleşerek yeni virüsler oluşur.
- Hücre içine aşırı virüs çoğalması hücre zarı ve çeperine içten gelen bir baskı oluşturur. Bu baskıya dayanamayan bakteri parçalanır (Lizis). Virüsler serbest kalır.

Lizogenik Döngü

- Virüs yanaştığı hücre zarının üstüne kenetlenir.
- Hücre zarını sahip olduğu özel bir enzim ile delerek sadece içindeki nükleik asidi (DNA veya RNA) hücrenin içine aşılar. Virüsün protein kılıfı ve diğer kısımları hücre dışında kalır. Virüs DNA'sı bakteri DNA'sı ile kaynaşarak profaj olur.
- Bakteri ikiye bölünme sırasında DNA'sını eşlerken virüs DNA'sı da eşlenir. Böylece bakteriler çoğalırken virüs DNA'sı da çoğalmış olur.
- Oluşan yavru hücrelerdeki profaj hücre içinde serbest kalırsa bu durumda litik döngü başlar, hücre parçalanır.

Konjugasyon

Bakteri hücrelerinde ana kalıtım maddesinden başka daha küçük bir halkasal DNA molekülü bulunur. Kendini eşleyebilen bu DNA molekülüne plazmit adı verilir. Olumsuz koşullarda bulunan bir bakteriye bu plazmit

yarar sağlayabilir. Bakterilerdeki konjugasyonda görev yapan eşey piluslarının üretilmesi için gerekli bilgiyi taşıyan plazmite F plazmiti denir. Tüm bakteriler F plazmiti taşımaz. Bu plazmiti taşıyan bakterilere F+ , taşımayanlara da F- adı verilir.

- Konjugasyon olayında gen aktarımı F+ dan F- ye doğru tek yönlü olarak gerçekleşir.
- F+ bakterisi, hücresinin dış yüzeyinden saça benzer bir çıkıntı oluşturur ve bu çıkıntıya eşey pilusu denir.F+ bakterisi eşey pilusu aracılığıyla F- bakterisine tutunur ve iki bakteri hücresi arasında sitoplazmik köprü kurulur.

- Bu köprüden F+ plazmidinin bir zinciri F- bakteri hücresine aktarılır. Bu zincirlerin eşlenerek çift zincirli hâle gelmesiyle F- hücresi F plazmidine sahip olur ve F+ olarak adlandırılmaya başlanır.
- Modeliniz ile ilgili örnekleri inceleyiniz. İncelediğiniz örnekleri göz önünde bulundurarak modelinizi tasarlayınız. Tasarımını çiziniz ve kullanacağınız malzemelerin bir listesini yapınız.

4. ARAÇ VE GEREÇLER

Pipet, renkli şöniller, tel, sünger, kauçuk karton, mantar tıpası, oyun hamuru, keçeli kalem

5. ALINAN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

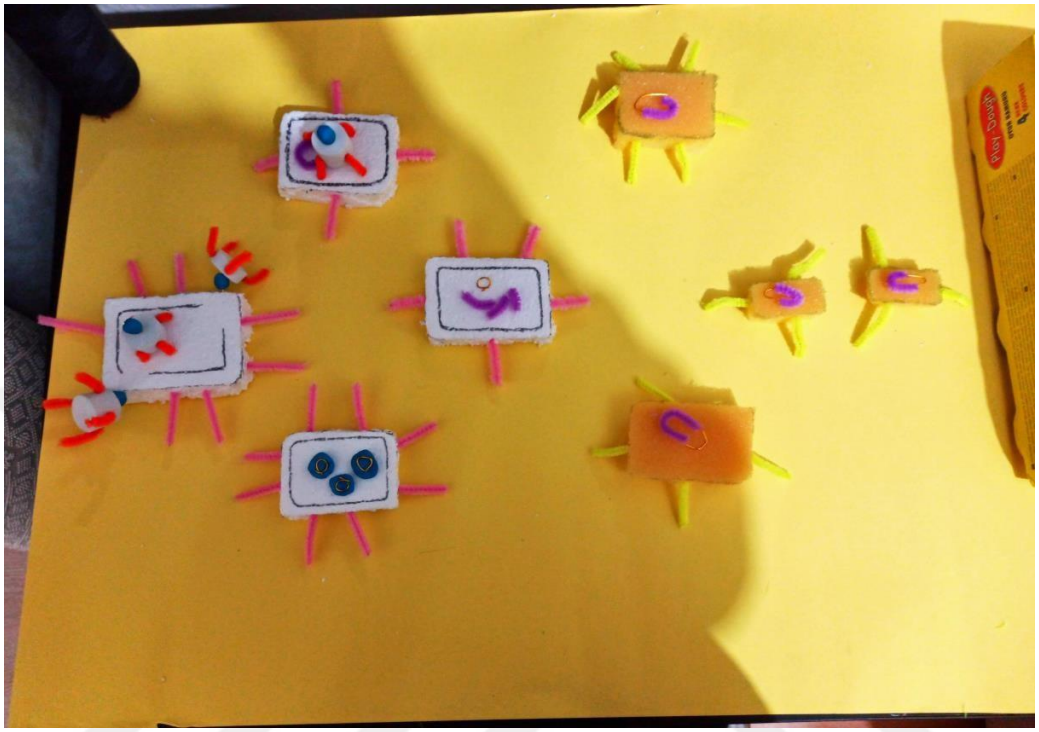
Modelinizi tasarlarken herhangi bir güvenlik önlemi aldınız mı? Aldıysanız bunlar neydi?

Neşter dikkatlice yavaş yavaş kullanıldı.

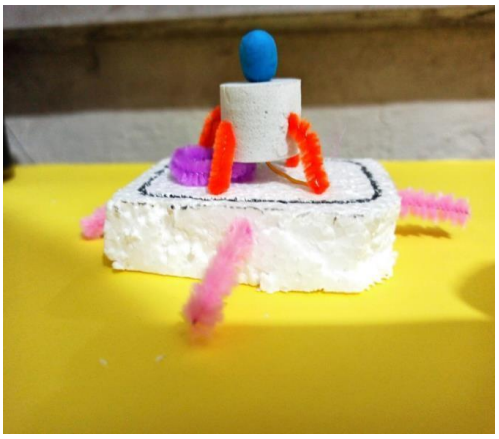
Yukarıda hazırladığınız tasarım doğrultusunda modelinizi oluşturunuz.

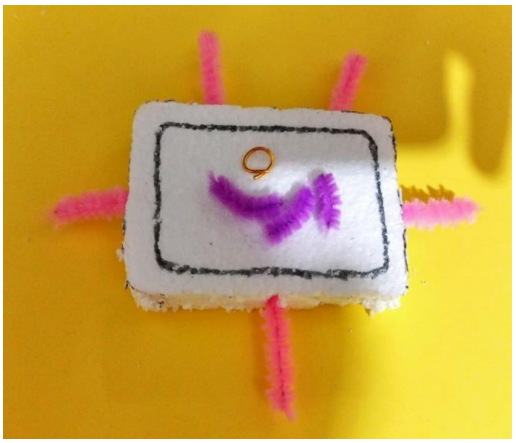
6. MODELİNYAPILIŞI

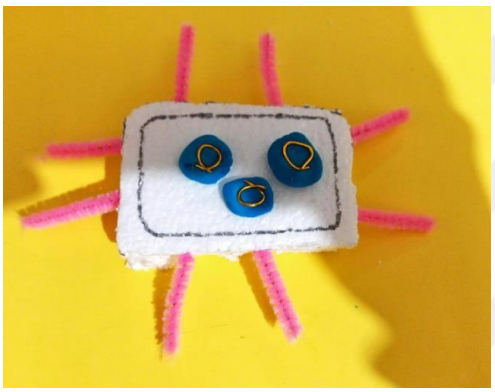
LİTİK VE LİZOGENİK DÖNGÜ

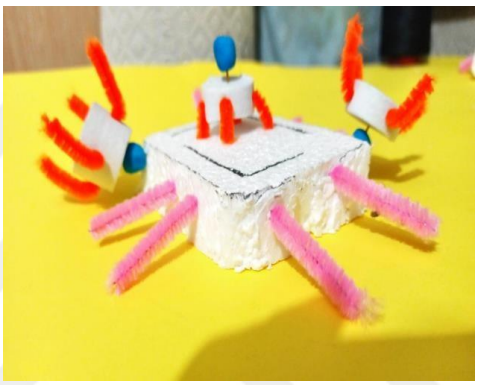


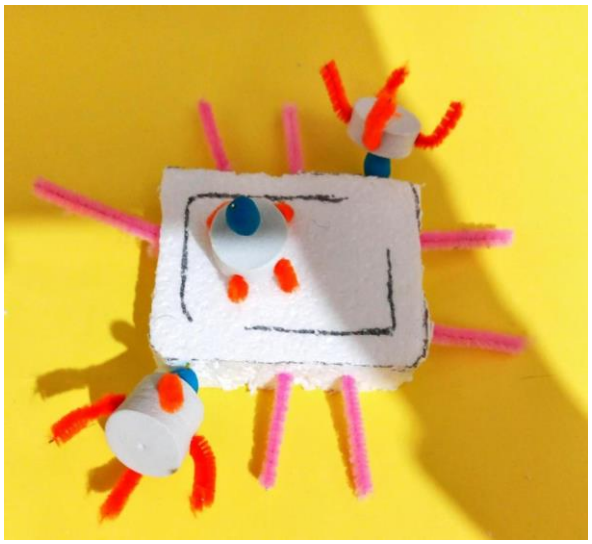
LİTİK DÖNGÜ



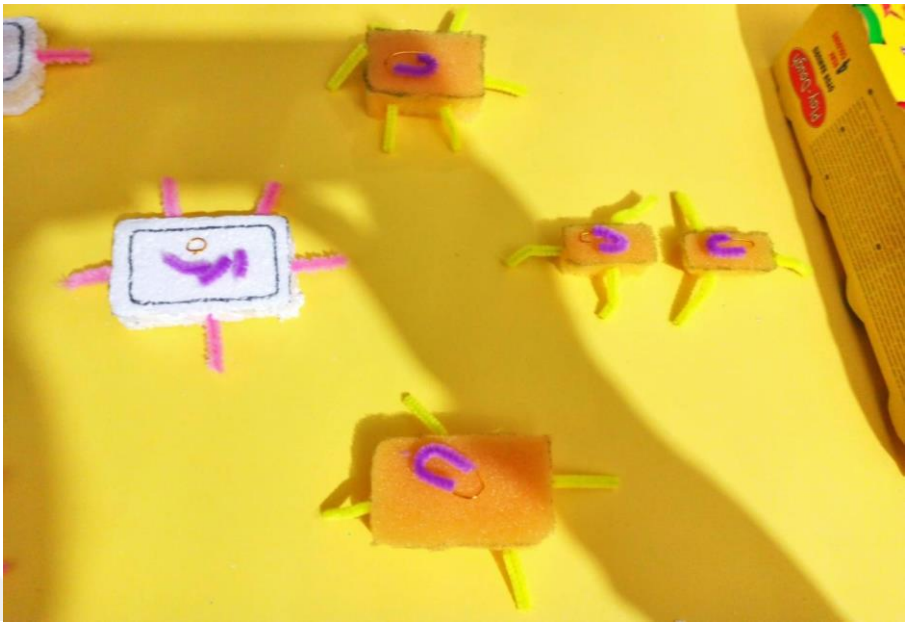


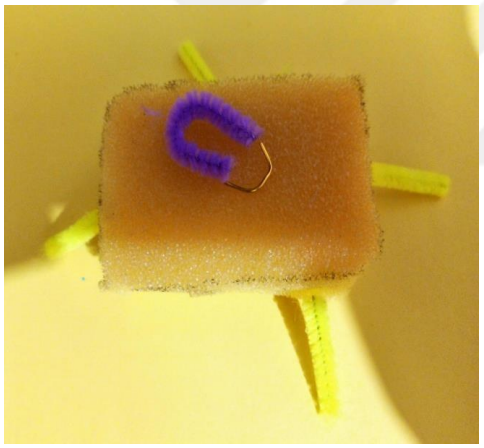


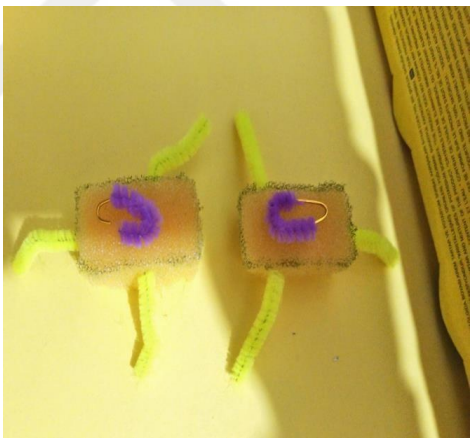


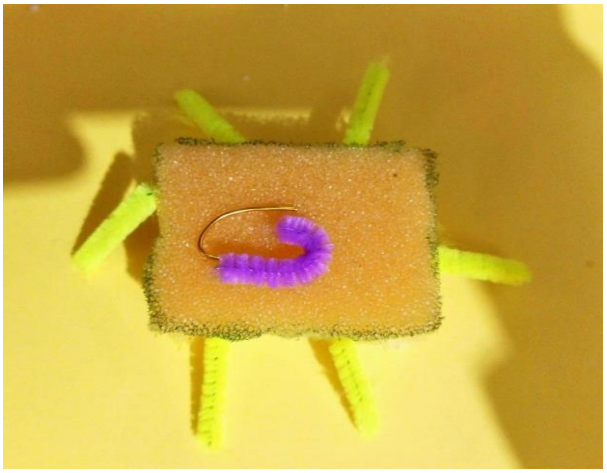


LİZOGENİK DÖNGÜ

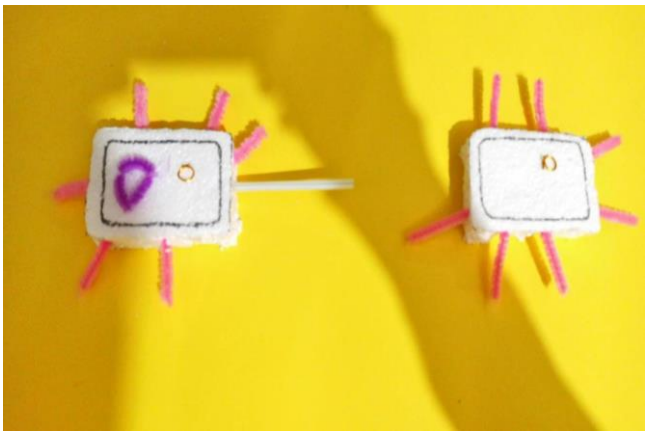


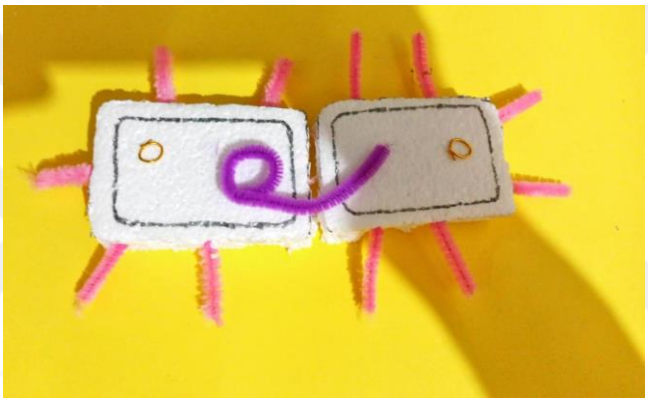


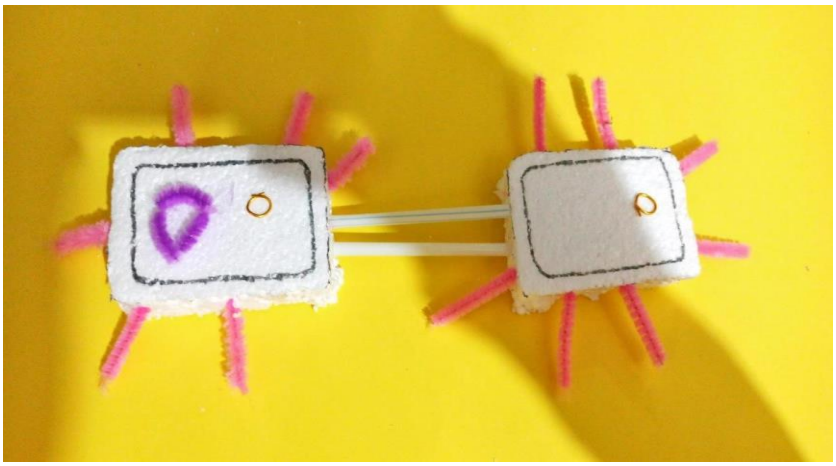


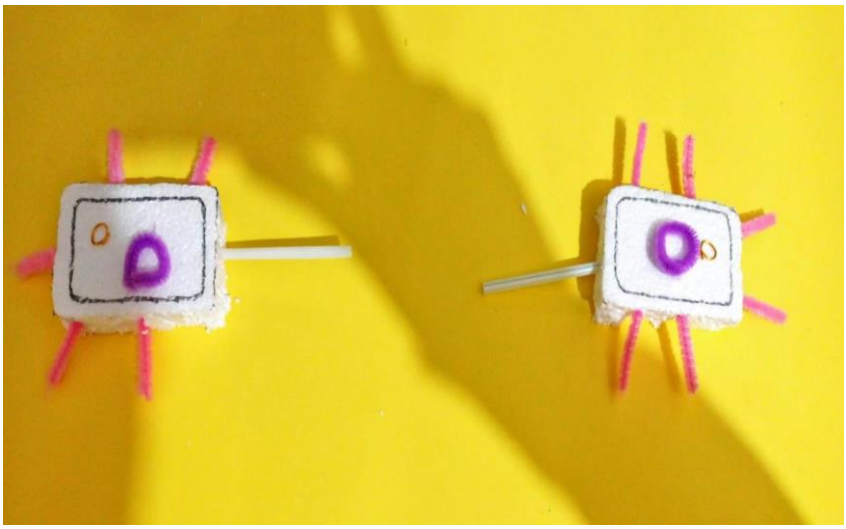


KONJUGASYON









LİTİK DÖNGÜ YAPILIŞ

- Kauçuk kartonu 4 tane dikdörtgen şeklinde neşter yardımıyla kesiyoruz. Çok dikkatli olmak gerekir. Çok kesici bir alettir.
- Sonra tıpa mantarını yorgan iğnesi ile bazı bölümlerini deliyoruz. Şönil kullanarak virüsünfibrillerini yapıyoruz. Başka renkte olan şöniller ile etrafına yerleştiriyoruz. 4 ünde de yapıyoruz.
- Litik döngü için yapılan virüsü kauçuk topa şöniller yardımıyla üstüne yerleştirip, şönillerin kauçuk kartonun içine geçmesini sağlayarak virüsün ayakta durmasını sağlıyoruz.
- Litik döngünün ikinci kısmında ise kauçuk kartonun üstüne şönil yardımıyla bakterinin

  kromozumunu ve virüsün enjekte ettiği kendi genomunu gösteriyoruz.
- 3. Kısımda ise oyun hamurları kullanarak virüsün oluşmasını gösteriyoruz.

- 4. Kısımda ise virüslerin hücreden çıkarken ki gösterimini yapıyoruz. Bunun için hücrenin duvarı açık olmalı bunu keçeli kalem yardımıyla gösterdim. Tel yardımıyla kauçuğa yerleştirilen virüs hücreden çıkarken ki görünüşü belirttim.

LİZOGENİK DÖNGÜ YAPILIŞ

- Litik döngünün 2. Evresinden itibaren ayrılarak başlayan lizogenik döngü için farklı bakteri gösterimi tercih ettim. Bu tercih sünger oldu. Süngeri yine neşter yardımıyla çok dikkatli şekilde 3 tane olacak şekilde kesiyoruz.
- Lizogenik döngünün birinci kısmında virüsün enjekte ettiği genom hücrenin genomu ile halka yapısı oluşturdu. Bu olayı şönil ve tel yardımıyla gösterdim.
- 2. Kısmında ise mitoz evresindeki gibi bölünme gerçekleşir. 2 küçük sünger ile bu olayı gösterdim. 3. Kısım, 1. Kısım ile aynı yapıdadır

KONJUGASYON YAPILIŞ

- İki bakteriyi karşı karşıya gelecek şekilde ve birinde olan bir özellik diğerinde olmayacak şekilde gösterdim. Pipet yardımıyla alışverişi göstermek üzere kauçuk kartonun içine geçirdim.
- Diğer bakteride pipet yardımıyla diğer bakteriyle temas sağladı.
- Sağlanan temastan sonra diğerinde olmayan özellik bu pipetler yardımıyla bakteriye geçmesi sağlandı.
- Son olarak ise geçen özellik iki bakteride gösterildi.

7. MODELİNİZ HAKKINDA YORUMUNUZ

Modelinizi oluştururken daha önceki çizdiğiniz tasarımda değişiklikler yaptınız mı? Cevabınız evet ise, bu değişiklikler nelerdir? Neden bu değişiklikleri yapma ihtiyacı duydunuz?

Hayır

Arkadaşlarınızın yaptığı modelleri inceleyiniz. Farklı teknik

kullanan var mı? Varsa nasıl? Diğer arkadaşlarınızın modellerini kendinizinkiyle karşılaştırınız

Çok ilginç birbirinden güzel modeller gördüm. Tabi ki onlardan ilham alarak kendi modelimi oluşturdum. Benim modelimde tıpa, kauçuk ve pipet kullanımı sıradışı olabilir. Arkadaşlarım arasında ip makarası kullanan, karton kullanan, şöniller ile ilginç modeller yapılmıştı. Diyeceklerim bu kadar.